



PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DA RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA ALEGRE/ES

VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO

Consultoria:



Vitória | ES
2025



SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	8
2	MAPA DE SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO	10
3	ESTUDOS.....	12
3.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	13
3.1.1	IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO.....	13
3.1.2	PROCESSAMENTO DE VETORES	14
3.1.3	AJUSTAMENTO DE VETORES.....	14
3.1.4	IRRADIAÇÃO DOS PONTOS	15
3.2	ESTUDO HIDROLÓGICO	18
3.2.1	INTRODUÇÃO	18
3.2.2	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	19
3.2.3	PLUVIOMETRIA	22
3.2.4	PEDOLOGIA	32
3.2.5	USO DO SOLO.....	34
3.2.6	MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	35
3.2.7	DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO	41
3.2.8	CONCLUSÃO	43
3.3	ESTUDOS GEOLÓGICOS	44
3.3.1	INTRODUÇÃO	44
3.3.2	COLETA E PESQUISA DE DADOS	44
3.3.3	DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO	44
3.4	ESTUDOS GEOTÉCNICOS	50
3.4.1	GENERALIDADES	50
3.4.2	ESTUDO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO EXISTENTE	50
3.4.3	INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO	51
3.4.4	ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS	55
3.4.5	APRESENTAÇÃO	56



4	PROJETOS.....	58
4.1	PROJETO GEOMÉTRICO	59
4.1.1	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	59
4.1.2	CRITÉRIOS DE PROJETO	59
4.1.3	CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS.....	60
4.1.4	CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS	60
4.1.5	SEÇÕES TRANSVERSAIS	60
4.1.6	APRESENTAÇÃO	61
4.2	PROJETO DE TERRAPLENAGEM.....	62
4.2.1	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA.....	62
4.2.2	METODOLOGIA	62
4.2.3	RESULTADOS	65
4.2.4	CADERNETA DE LOCAÇÃO DO EIXO	65
4.2.5	APRESENTAÇÃO	65
4.3	PROJETO DE DRENAGEM	69
4.3.1	DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	69
4.3.2	CONCEPÇÃO	70
4.3.3	METODOLOGIA.....	70
4.3.4	RESULTADOS	75
4.3.5	APRESENTAÇÃO	75
4.4	PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO	76
4.4.1	INTRODUÇÃO	76
4.4.2	PARÂMETROS DE PROJETO	76
4.4.3	MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER	77
4.4.4	CONSTITUIÇÃO FINAL DAS CAMADAS DE PAVIMENTO	84
4.4.5	APRESENTAÇÃO	84
4.5	PROJETO DE INTERFERÊNCIAS URBANAS	85
4.5.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	85
4.5.2	APRESENTAÇÃO	85
4.6	PROJETO DE SINALIZAÇÃO	86
4.6.1	GENERALIDADES	86
4.6.2	DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS	86



4.6.3	SINALIZAÇÃO VERTICAL	86
4.6.4	SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	91
4.6.5	APRESENTAÇÃO	95
5	<u>ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO</u>	<u>96</u>
5.1.1	ESPECIFICAÇÕES DE TERRAPLENAGEM.....	96
5.1.2	ESPECIFICAÇÕES DE DRENAGEM.....	98
5.1.3	ESPECIFICAÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO.....	100
5.1.4	ESPECIFICAÇÕES DE SINALIZAÇÃO	102
6	<u>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA</u>	<u>105</u>



LISTA DAS FIGURAS

Figura 1 – Representação da captação de sinais dos satélites.....	13
Figura 2 – Representação da captação das irradiações	15
Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Kopen.....	21
Figura 4 – Série histórica de temperaturas médias mínimas e máximas na Estação Meteorológica de Alegre-ES.....	22
Figura 5 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.....	22
Figura 6 - Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1940 a 2018 na estação pluviométrica Rive	26
Figura 7 - Precipitação Total Anual do período de 1940 a 2018, na estação pluviométrica Rive	26
Figura 8 - Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1940 a 2018 na estação pluviométrica Rive.....	27
Figura 9 - Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive.	31
Figura 10 - Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive	31
Figura 11 – Mapa Geomorfológico do Espírito Santo. Destaque para o Município de Alegre	46
Figura 12 – Recorte do Mapa Geológico da região em estudo. CPRM (2004).	49
Figura 13 – Determinação ISC projeto pela análise gráfica	54
Figura 14 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento.	80
Figura 15 – Esquema gráfico da estrutura do pavimento.....	82



LISTA DAS TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices do IBGE.	14
Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.....	15
Tabela 3 – Estação Pluviométrica.	23
Tabela 4 - Histórico da precipitação mensal para o período de 1940 a 2018, na estação Rive	23
Tabela 5 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rive entre os anos 1940 a 2018.....	28
Tabela 6 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive	29
Tabela 7 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Rive, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	30
Tabela 8 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação pluviométrica Rive, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.....	30
Tabela 9 – Período de Recorrência.....	35
Tabela 10 – Classificação hidrológica do Solo para as condições brasileiras.....	39
Tabela 11 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: Manual de hidrologia do DNIT	40
Tabela 12 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: KNOX COUNTY TENNESSEE (2014)	40
Tabela 13 – Quantidade mínima de furos em função da extensão da via.....	51
Tabela 14 – Análise Estatística do Subleito	54
Tabela 15 – Massas Específicas dos materiais, Solos e Agregados	64



Tabela 16 – Massas Específicas referenciais das misturas de materiais.....	64
Tabela 17 – Resumo dos volumes de terraplenagem	65
Tabela 18 – Coeficientes de rugosidade de Manning (η).....	74
Tabela 19 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.	77
Tabela 20 – Parâmetros limites dos materiais componentes das camadas do pavimento.....	78
Tabela 21 – Coeficientes de equivalência estrutural.....	78
Tabela 22 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.....	79



1 APRESENTAÇÃO

A **AVANTEC Engenharia Ltda.**, sediada na Avenida Fernando Ferrari, nº 1080, Centro Empresarial América, Torre Norte, sala 503, Mata da Praia Vitória/ES, inscrita sob o CNPJ nº 05.844.663/0001-06, em atendimento às atribuições que lhe são devidas, vem por meio deste encaminhar o **Projeto Executivo De Pavimentação e Drenagem da Rua Antônio Lemos Barbosa, no município de Alegre/ES**, contendo os seguintes itens:

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos e Geotécnicos;
- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Interferências Urbanas;
- Projeto de Sinalização.

O seguinte Projeto Executivo é constituído pelo(s) seguinte(s) volume(s):

- **VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO**, contendo as metodologias, critérios e normas utilizados na elaboração dos estudos e projetos.
- **VOLUME 02 – PROJETO DE EXECUÇÃO**, contendo os desenhos relativos ao projeto, detalhes e informações necessárias à execução da obra.
- **VOLUME 03 – ORÇAMENTO**, contendo orçamento da obra.

THIAGO
GOMES

BONOMO:057
72065750

Assinado de forma
digital por THIAGO
GOMES
BONOMO:05772065750
Dados: 2025.03.26
16:23:15 -03'00'

AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Eng.º Thiago Gomes Bonomo

CREA: ES-018427/D



ÍNDICE DE REVISÕES									
CLIENTE:	PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE								
PROJETO:	PROJETO EXECUTIVO DE PAVIMENTAÇÃO E DRENAGEM DA RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA, NO MUNICÍPIO DE ALEGRE/ES								
TÍTULO:	VOLUME 01 – RELATÓRIO DE PROJETO								
TIPOLOGIA:	Projeto de infraestrutura								
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
00	Emissão inicial								
	Rev. 0	Rev. 1	Rev. 2	Rev. 3	Rev. 4	Rev. 5	Rev. 6	Rev. 7	Rev. 8
DATA:	28/01/25								
ELABORAÇÃO:	BEATRIZ								
VERIFICAÇÃO:	TAMIRIS								
APROVAÇÃO:	TAMIRIS								
FORMULÁRIO PERTENCENTE À AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA									



2 MAPA DE SITUAÇÃO/LOCALIZAÇÃO

Apresenta-se a seguir o *Mapa de Situação / Localização* destacando o presente empreendimento no contexto nacional e estadual, bem como a região de inserção, principais localidades e a rede de transporte no entorno do município de Alegre/ES.

236000.000

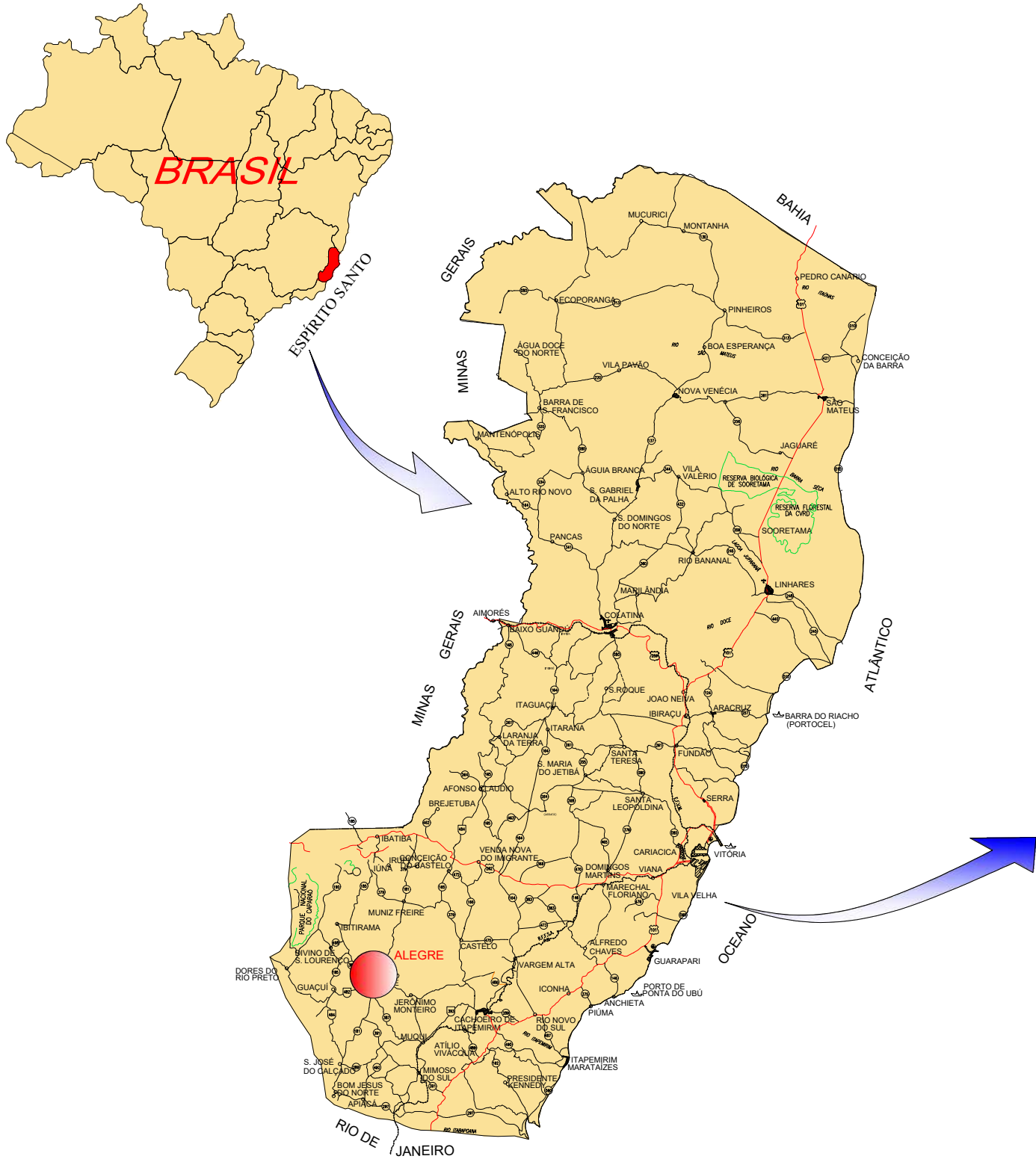
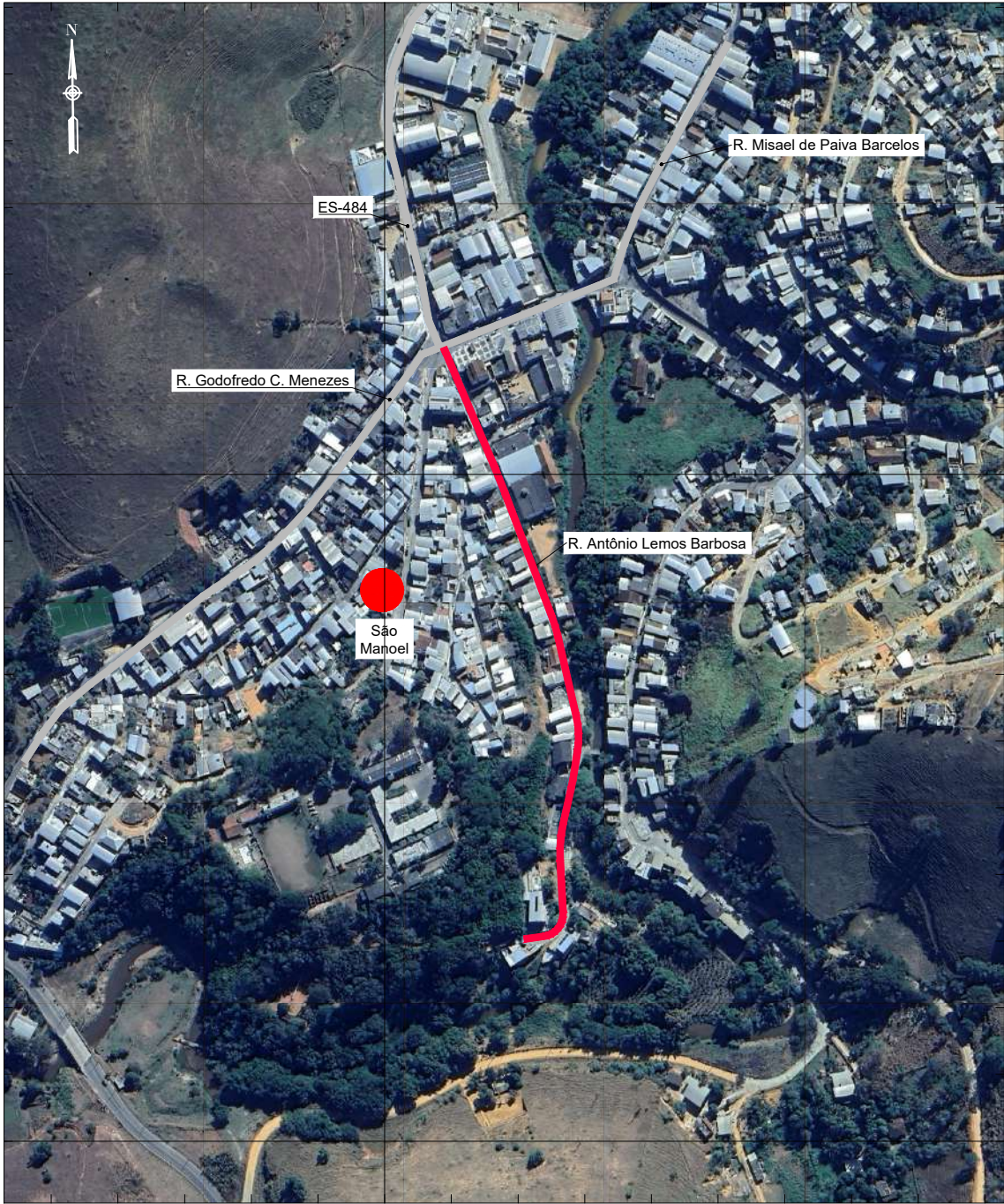
7701000.000

7701000.000

7700500.000

7700500.000

236000.000



	PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE				
	CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA				
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA					
TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO					
LOCAL: RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA, BAIRRO SÃO MANOEL, ALEGRE/ES					
COORDENADOR :  Eng° Civil: THIAGO GOMES BONOMO		CREA: ES-018427/D	ESCALA: 1/5000	FORMATO: A3	PRANCHA: MAP-01
AUTOR DO PROJETO :  Eng° Civil: THIAGO GOMES BONOMO		CREA: ES-018427/D	REVISÃO: R.0	DATA: 2025	



3 ESTUDOS

Adiante está apresentada toda metodologia adotada nos estudos preliminares aos projetos executivos.

- Estudos Topográficos;
- Estudos Hidrológicos;
- Estudos Geológicos; e
- Estudos Geotécnicos.

3.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

O estudo topográfico objetivou a preparação da base planialtimétrica cadastral suficientemente detalhada para permitir o desenvolvimento do projeto geométrico e demais projetos correlatos.

Adiante está apresentado descritivo no que tange a poligonal base e marcos georreferenciados, base para a irradiação dos pontos, levantamento cadastral e do sistema de drenagem de greide e grotas existente.

3.1.1 IMPLANTAÇÃO DE REDE DE APOIO BÁSICO COM MARCOS DE CONCRETO

Em Setembro de 2024 as equipes foram mobilizadas para o **município de Alegres**, e após análise e planejamento dos serviços foram iniciados os trabalhos de campo. Para o presente levantamento topográfico foi necessário implantar, próximo à área de levantamento, um marco com GPS Geodésico (Base).

O transporte de coordenadas para o marco Base, foi feito através de uma triangulação geodésica medida com o equipamento GPS Prexiso (dupla frequência – L1 e L2) da marca Prexiso, modelo Prexiso, e o equipamento Trimble NetR5 da base de referência GNSS da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC): CEFE (RBMC-93960).

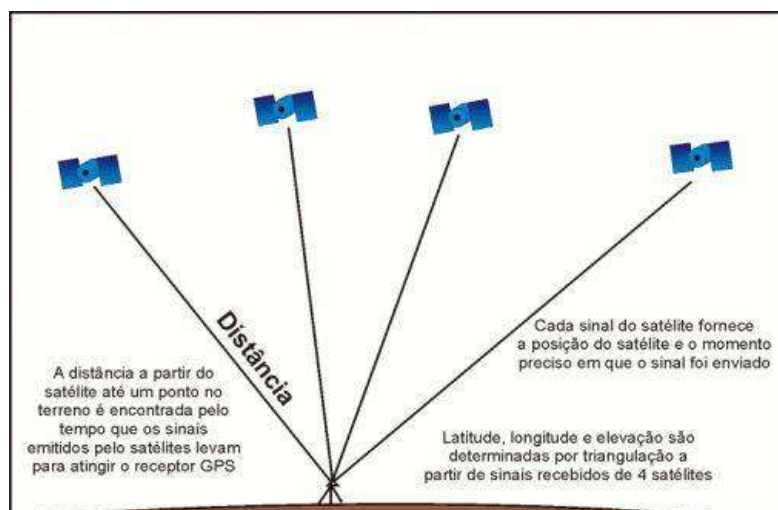


Figura 1 – Representação da captação de sinais dos satélites

Foi feita uma sessão de rastreo no modo estático com duração média de 40 minutos para todos o marco.



OBS.: RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – É a rede de vértices Geodésicos Brasileira, dotada de receptores GNSS (GPS e GLONASS) rastreando a constelação de satélites GPS e GLONASS, vinte quatro horas e sete dias por semana, ininterruptamente. Os dados observados pelos receptores da RBMC são disponibilizados no site do IBGE (www.ibge.gov.br).

3.1.2 PROCESSAMENTO DE VETORES

O processamento foi feito usando o programa TopconTolls da Topcon. A solução do processamento de todos os vetores foi feita com fixação da ambigüidade.

3.1.3 AJUSTAMENTO DE VETORES

O ajustamento dos vetores processados foi feito com o programa Topcon Tools. A inunção do ajustamento foi feita a partir do vértice CEFE (RBMC- 93960) cujas monografias foram baixadas do site do IBGE (www.ibge.gov.br). As coordenadas dos vértices do IBGE são mostradas a seguir.

Tabela 1 - Coordenadas dos vértices do IBGE.

SISTEMA DE REFERENCIA SIRGAS 2000 (WGS-84)					
Vértice	LATITUDE	LONGITUDE	ESTE	NORTE	ALT. ELIPS.
CEFE	20° 18' 38,8600" S	40° 19' 10,0376" W	362.241,724	7.753.574,912	14,314

O processamento e o ajustamento foram feitos no sistema de referência WGS-84.

OBS.: As altitudes ortométricas (“altitudes reais”) foram calculadas com o programa MAPGEO-2015 do IBGE, que apresentam uma incerteza de +/- 17 cm.

As coordenadas dos marcos utilizados para o cálculo da área estão apresentadas abaixo no sistema SIRGAS 2000.

O Datum Planimétrico adotado foi o **SIRGAS-2000** – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. O sistema de projeção adotado foi o **UTM** – Universal Transverso Mercator, fuso **24** – MC – **39o WGr**.

Tabela 2 - Coordenadas UTM dos Pontos de Apoio no Sistema SIRGAS 2000.

PONTO	ESTE	NORTE	COTA
EDO1502	236064,6300	7701055,0860	240,000
EDO1503	236024,4430	7701146,6090	241,109

3.1.4 IRRADIAÇÃO DOS PONTOS

O levantamento topográfico da nuvem de pontos consistiu em pontos irradiados a partir da poligonal acima citada, utilizando a Estação Total TS02. Esse método consiste em cadastrar irradiações a partir dos pontos de apoio georreferenciados lançados em campo por meio do cadastro da poligonal e marcos geodésicos.

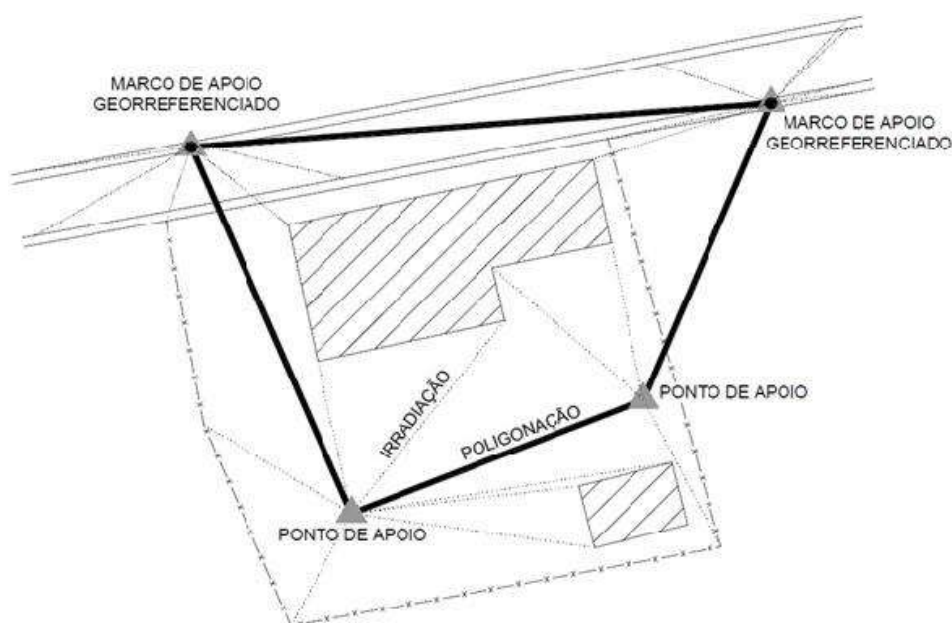
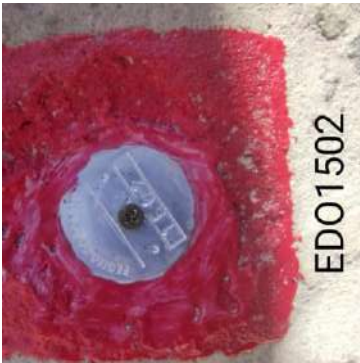


Figura 2 – Representação da captação das irradiações

		MONOGRAFIA DE MARCO AVANTEC ENGENHARIA VÉRTICE DA REDE GPS DE ALEGRE					
Código do Ponto	EDO1502	Nome do Ponto	EDO1502		Município / UF :		ALEGRE/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS - SIRGAS 2000					
DESvio PADRÃO		GEODÉSICA		UTM		Fatores	
$\sigma = 0,005$		$\phi =$	$20^{\circ}46'17.85310''$ S	N =	7 701 055,0860	Fator de Escala	
$\sigma = 0,008$		$\gamma =$	$41^{\circ}32'06.42430''$ W	E =	236 064,6300	Conv. Meridiana	
Alt. Geom.(h) =		$\sigma = 0,021$	Altitude Ortom.(H)=		240,000	0°53'58,52"	



Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da Rua Antonio Lemos Barbosa proximo a Rua Godofredo C Menezes, Alegre-ES.



Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO1502.

		MONOGRAFIA DE MARCO			
		AVANTEC ENGENHARIA			
		VÉRTICE DA REDE GPS DE ALEGRE			
Código do Ponto	EDO1503	Nome do Ponto	EDO1503	Município / UF :	ALEGRE/ES
COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS - SIRGAS 2000		Fatores	
DESVIO PADRÃO		GEODÉSICA		Fator de Escala	
$\sigma = 0,005$		$\phi = 20^{\circ}46'14.85835''$ S		N = 7 701 146,6090	
$\sigma = 0,008$		$\gamma = 41^{\circ}32'07.76321''$ W		E = 236 024,4430	
Alt. Geom.(h) =		$\sigma = 0,021$		Altitude Ortom.(H)=	
				241,109	
Localização: Marco geodésico está implantado na calçada da Rua Emilio Martins proximo a Rua Godofredo C Menezes, Alegre-ES.				Descrição: Uma chapa de metal fixada em um marco de concreto cravado no solo com a inscrição EDO1503.	



3.2 ESTUDO HIDROLÓGICO

3.2.1 INTRODUÇÃO

O ambiente de uma região é o resultado dos ajustes entre os vários forçantes que compõem o seu meio físico e biótico que evoluíram no tempo geológico através de relações mútuas e multidirecionais que fazem com que fatores do meio físico atuem sobre o meio biótico e são por ele influenciados. A inserção do homem no meio altera o equilíbrio das forças, conduzindo a um novo estado de equilíbrio em um ambiente diferente do original.

O regime hídrico é um dos principais forçantes do ambiente, pois apresenta relação direta com outros fatores do meio físico, enquanto atua no meio biótico como um dos principais limitante da fauna e flora. As intervenções humanas no meio devem estar em consonância com seu regime hídrico para que seja sustentável. Desta forma, o conhecimento dos diversos fatores que compõem o mesmo, como fluviométrica, pluviosidade média, distribuição de chuvas, regime de cheias, energia das chuvas, umidade relativa do ar, entre outros é de vital importância para a sustentabilidade das intervenções antrópicas.

Obras horizontais como estradas e seus componentes interceptam linhas de drenagem, as quais são caminhos naturais de cursos d'água perenes ou temporários, cujos regimes hídricos devem ser compreendidos, de modo que as estruturas de drenagem sejam dimensionadas em conformidade com as condições impostas pelo ambiente e não venham a ser prejudicadas durante eventos pluviométricos.

O ajuste de distribuições estatísticas aos dados de vazão é normalmente utilizado para a previsão de cheias com diferentes períodos de retorno para rios que possuem série histórica considerável de dados; porém, quando se trata de cursos d'água com pouco ou nenhum dado hidrológico, o uso de modelos matemáticos que transformam chuva em vazão tem sido a alternativa preferida por profissionais da área.

Modelos matemáticos são ferramentas que visam à simulação da realidade, devendo ser utilizados quando uma situação se apresenta complexa o suficiente para que o estudo, em meio real, se torne inviável (Ford, 1999). O maior benefício do uso de modelos matemáticos para simular sistemas é a facilidade com que se identificam falhas e/ou eventos que possam vir a ocorrer, sendo mais fácil e seguro modificá-los no projeto antes da aplicação deste no meio real (Felício, 2007).



A Instrução de Serviço IS-203: Estudos Hidrológicos, anexo B3 das Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários define e especifica os serviços constantes nos estudos hidrológicos nos projetos de engenharia rodoviária projeto básico e projeto executivo, sendo, desta forma, o norteador do presente documento. Desta forma, o presente relatório tem o objetivo de apresentar a metodologia e os resultados dos estudos hidrológicos executados para dar suporte ao projetos elaborados, sob responsabilidade do Avantec Engenharia LTDA.

3.2.1.1 METODOLOGIA

Para a realização dos estudos, foram realizadas as seguintes ações:

- Coleta de dados hidrológicos junto aos órgãos oficiais, estudos existentes, que permitiram a caracterização climática, pluviométrica, fluviométrica e geomorfológica da região, e mais especificamente, da área em que se localiza o empreendimento em tela.
- Coleta de elementos que permitiram a definição das dimensões e demais características físicas das bacias de contribuição (forma, declividade, tipo de solo, recobrimento vegetal) tais como: levantamentos aerofotogramétricos, cartas geográficas, levantamentos radamétricos, levantamentos fitopedológicos e/ou outras cartas disponíveis.

3.2.2 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A área do empreendimento se enquadra na seguinte zona climática, segundo a classificação climática de Koppen (Figura 3):

Aw: clima tropical, com inverno seco. Apresenta estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm.

Cfa: Clima temperado úmido com verão quente. Estações de Verão e Inverno bem definidas Nesse tipo de clima as temperaturas são superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês seco.



Cfb: Clima temperado, com verão moderadamente quente. Nesse tipo de clima ocorrem chuvas uniformemente distribuídas, sem estação seca e temperatura média do ar no mês mais quente $< 22^{\circ}\text{C}$. Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes $> 10^{\circ}\text{C}$.

Cwa: Clima subtropical úmido influenciado pelas monções, a média do mês mais frio está acima de 0°C ou -3°C , pelo menos um mês tem temperatura média acima de 22°C e ao menos quatro meses apresentam média acima de 10°C . Neste clima, o verão é pelo menos dez vezes mais chuvoso do que o inverno, que é seco. Pode-se dizer também que 70% da chuva cai durante os meses mais quentes, e somente 30% cai nos meses mais frios.

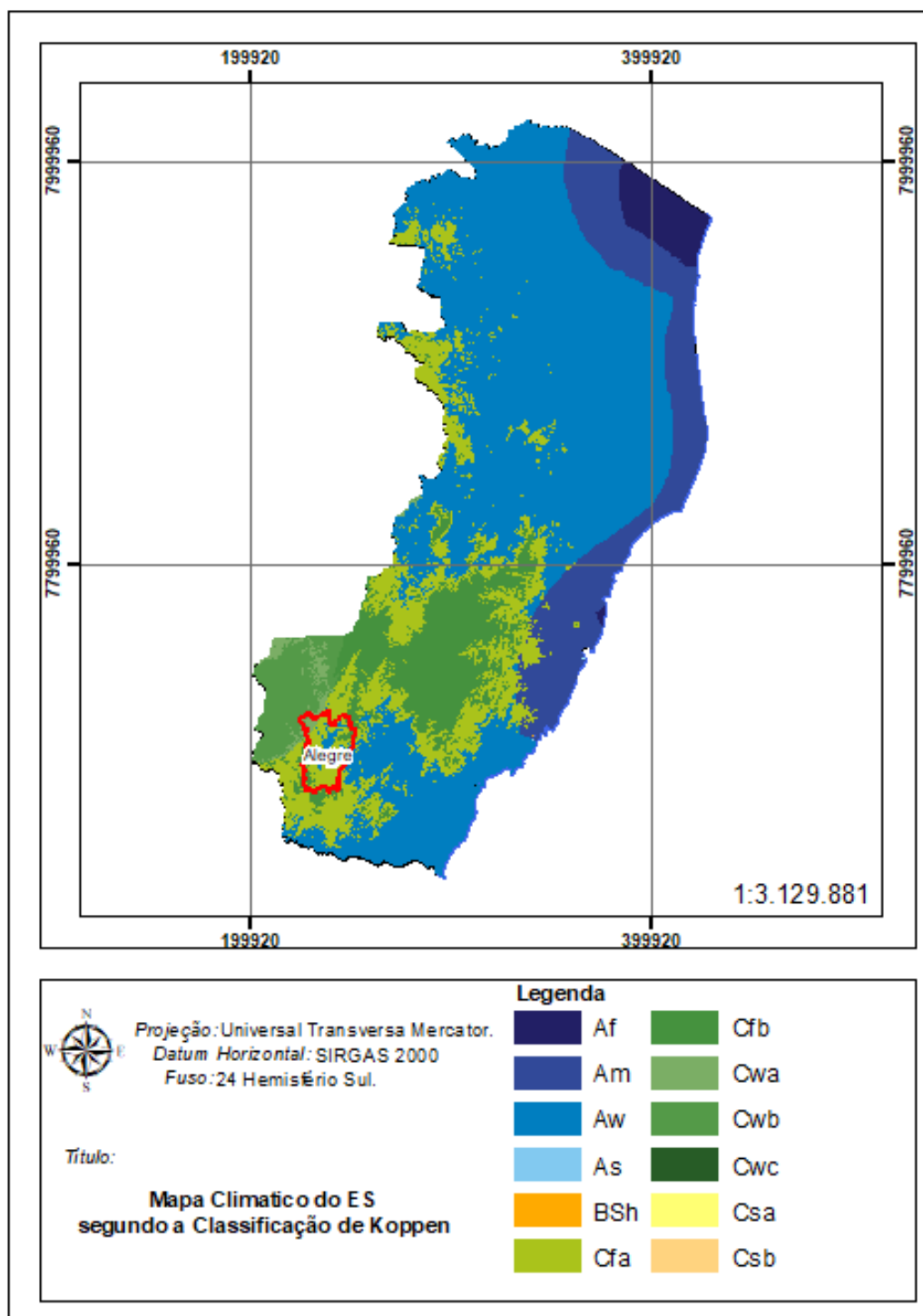


Figura 3 – Mapa climático do Espírito Santo, segundo a classificação de Koppen.
Destaque para o Município de Alegre

A Figura 4 apresenta o registro histórico das temperaturas médias mínimas e máximas para a estação meteorológica de Alegre, para o período de 1984 a 2014. Na região, as temperaturas máximas giram em torno de 27°C a 35°C e as mínimas, de 15°C a 22°C (INCAPER, 2021).

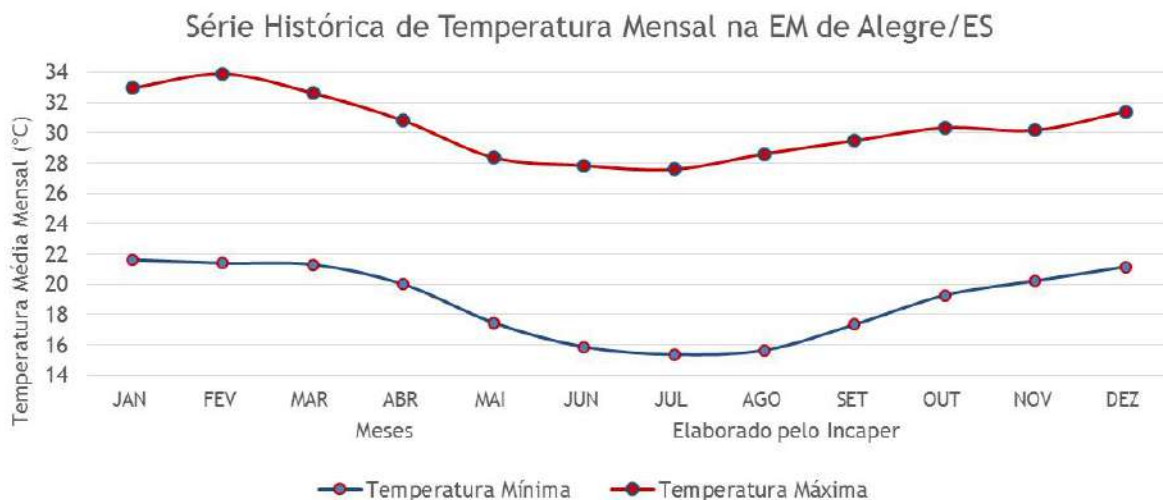


Figura 4 – Série histórica de temperaturas médias mínimas e máximas na Estação Meteorológica de Alegre-ES

Fonte: Incaper, 2021.

A Figura 5 apresenta, a direção e frequência dos ventos e a direção e velocidade dos ventos na área. Verifica-se que na área de estudo, prevalecem ventos com direção leste e sudeste, sendo os ventos vindos de norte e noroeste os que apresentam as maiores velocidades.



Figura 5 – Direção x Frequências dos ventos na região de estudo.

Fonte: Projeto de P&D COSERN - ANEEL, 2009

3.2.3 PLUVIOMETRIA



3.2.3.1 COLETA DE DADOS

Na escolha da estação pluviométrica foram adotados os seguintes parâmetros:

- Localização da estação em relação ao trecho;
- Série histórica mínima de 30 anos;
- Dados pluviométricos recentes e atualizados;

Foram adotados os dados da estação pluviométrica “Rive”, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e localizada no município Alegre/ES.

Tabela 3 – Estação Pluviométrica.

Código	Estação	Município	Estado	Altitude (m)	Coordenadas	
					Latitude	Longitude
2041003	Rive	Alegre	ES	127	-20.7469	-41.4661

Fonte: Agência Nacional das Águas - ANA.

3.2.3.2 HISTOGRAMA DE DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÕES

A Tabela 4 apresenta os totais mensais de precipitação medidos na estação Rive juntamente com os valores de máximas, mínimas e médias mensais e anuais.

Tabela 4 - Histórico da precipitação mensal para o período de 1940 a 2018, na estação Rive

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1.940	228,6	167,5	250,6	42,1	81,9	48,4	55,2	27,8	72,9	112,1	267,4	122,0	1476,5	267,4	27,8	123,0
1.941	293,4	135,0	189,0	74,3	48,2	13,8	122,6	10,3	102,1	104,7	90,4	337,0	1520,8	337,0	10,3	127,0
1.942	293,2	95,8	38,5	149,8	39,8	22,9	20,0	13,3	35,9	134,0	112,6	506,7	1462,5	506,7	13,3	122,0
1.943	183,6	171,2	173,8	59,2	9,3	66,3	17,0	29,0	28,5	178,2	218,0	352,5	1486,6	352,5	9,3	124,0
1.944	205,2	347,2	113,9	129,0	73,3	8,0	30,7	15,1	8,6	85,4	72,3	286,8	1375,5	347,2	8,0	115,0
1.945	240,8	95,9	326,4	129,8	78,5	7,0	10,4	7,8	20,9	61,5	172,2	191,7	1342,9	326,4	7,0	112,0
1.946	120,2	68,0	154,2	132,9	45,5	49,4	17,6	30,7	68,4	91,4	212,6	235,7	1226,6	235,7	17,6	102,0
1.947	151,0	117,7	207,4	26,1	55,9	4,5	64,6	48,5	41,0	186,4	169,0	365,2	1437,3	365,2	4,5	120,0
1.948	90,7	363,1	209,2	60,8	57,2	24,0	16,9	22,7	10,7	86,1	243,1	412,5	1597,0	412,5	10,7	133,0
1.949	233,8	348,5	63,0	151,3	44,7	55,8	12,1	39,8	9,3	311,8	188,1	236,5	1694,7	348,5	9,3	141,0
1.950	233,7	138,7	115,4	49,7	31,5	27,6	21,5	5,8	37,8	108,1	253,5	205,0	1228,3	253,5	5,8	102,0
1.951	229,3	143,4	285,4	19,2	18,1	56,1	9,8	51,7	12,4	66,6	82,9	400,9	1375,8	400,9	9,8	115,0
1.952	252,6	468,5	144,8	85,4	10,8	21,9	40,9	41,3	91,2	119,7	196,7	215,1	1688,9	468,5	10,8	141,0
1.953	53,0	265,4	98,2	111,6	66,6	4,8	6,2	5,7	54,1	86,8	200,2	323,9	1276,5	323,9	4,8	106,0
1.954	64,9	22,2	150,6	114,8	42,6	37,2	22,4	14,0	6,7	42,2	77,0	180,6	775,2	180,6	6,7	65,0
1.955	165,2	1,0	43,0	61,7	65,4	30,2	8,0	0,0	29,3	86,8	203,9	139,4	833,9	203,9	0,0	69,0
1.956	3,4	30,2	221,0	38,0	70,7	23,0	25,2	34,9	20,2	65,4	178,3	312,6	1022,9	312,6	3,4	85,0



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1.957	66,9	184,7	120,2	71,0	110,1	29,2	2,0	5,0	64,5	41,6	186,0	380,9	1262,1	380,9	2,0	105,0
1.958	95,5	39,4	229,4	93,8	94,4	55,2	70,6	3,0	84,4	161,8	148,5	134,4	1210,4	229,4	3,0	101,0
1.959	151,4	5,0	197,5	75,6	23,6	30,4	6,0	9,4	9,8	132,4	260,9	243,8	1145,8	260,9	5,0	95,0
1.960	218,4	84,6	507,4	62,6	25,6	29,4	34,2	23,4	68,8	37,8	141,4	165,4	1399,0	507,4	23,4	117,0
1.961	287,2	150,2	73,2	126,4	57,4	40,8	31,6	0,0	12,6	136,8	90,6	212,6	1219,4	287,2	0,0	102,0
1.962	468,0	149,6	42,6	42,5	77,0	18,8	38,6	8,8	87,0	99,6	203,4	466,4	1702,3	468,0	8,8	142,0
1.963	28,0	123,8	6,8	100,0	40,2	12,4	12,0	12,4	0,0	60,6	109,2	135,2	640,6	135,2	0,0	53,0
1.964	348,8	239,0	178,8	207,0	101,6	38,2	83,8	25,4	7,6	134,6	225,6	250,8	1841,2	348,8	7,6	153,0
1.965	294,6	159,6	185,2	70,6	64,2	16,2	44,8	10,0	60,4	188,0	151,2	137,0	1381,8	294,6	10,0	115,0
1.966	207,8	7,0	0,0	95,4	53,2	10,6	46,0	11,2	46,0	147,6	305,8	290,2	1220,8	305,8	0,0	102,0
1.967	313,0	274,6	168,6	36,6	51,0	11,2	4,6	9,0	38,4	28,0	222,5	220,0	1377,5	313,0	4,6	115,0
1.968	160,2	285,2	116,2	107,4	33,0	16,4	39,6	32,2	75,8	137,8	118,0	125,8	1247,6	285,2	16,4	104,0
1.969	142,8	140,8	244,2	169,8	0,0	120,6	9,0	47,4	23,0	148,2	240,4	332,8	1619,0	332,8	0,0	135,0
1.970	212,2	19,6	70,2	148,6	4,2	15,0	57,6	44,6	87,0	203,6	266,4	129,0	1258,0	266,4	4,2	105,0
1.971	115,0	18,4	103,3	128,8	25,2	69,8	5,6	61,0	104,6	195,6	426,2	148,4	1401,9	426,2	5,6	117,0
1.972	56,0	113,8	106,4	110,8	36,2	4,4	86,3	31,8	89,1	102,7	100,8	196,4	1034,7	196,4	4,4	86,0
1.973	169,2	84,8	240,0	94,6	27,4	17,0	4,0	33,0	45,0	129,2	127,1	243,9	1215,2	243,9	4,0	101,0
1.974	165,4	96,4	112,3	207,4	96,0	31,7	2,4	4,1	22,6	179,6	132,9	192,0	1242,8	207,4	2,4	104,0
1.975	267,6	115,0	82,8	59,8	66,0	21,4	70,2	0,0	64,7	118,4	311,1	133,6	1310,6	311,1	0,0	109,0
1.976	63,6	80,3	85,5	72,4	108,9	0,0	80,1	38,3	98,1	178,6	142,9	324,6	1273,3	324,6	0,0	106,0
1.977	59,8	12,8	103,3	291,0	52,7	9,0	0,0	7,3	79,6	71,6	439,8	323,7	1450,6	439,8	0,0	121,0
1.978	99,9	183,5	87,9	70,8	80,5	20,8	96,0	78,8	15,8	136,6	150,9	125,1	1146,6	183,5	15,8	96,0
1.979	569,7	256,1	240,5	29,1	53,6	3,8	16,5	42,3	27,0	130,5	284,3	190,6	1844,0	569,7	3,8	154,0
1.980	275,8	115,0	18,3	279,6	65,9	15,5	6,0	23,9	54,7	41,8	138,9	225,8	1261,2	279,6	6,0	105,0
1.981	135,7	45,8	182,2	78,4	23,5	23,0	25,7	47,8	15,4	179,8	369,4	153,6	1280,3	369,4	15,4	107,0
1.982	243,7	73,8	307,6	62,2	20,4	24,3	19,0	69,5	30,6	60,9	151,8	263,2	1327,0	307,6	19,0	111,0
1.983	332,0	131,0	146,3	159,2	97,0	27,3	42,4	0,0	96,7	227,0	164,2	416,1	1839,2	416,1	0,0	153,0
1.984	151,3	50,7	190,7	135,7	84,6	8,9	8,1	65,8	68,4	194,0	222,9	424,0	1605,1	424,0	8,1	134,0
1.985	508,8	88,6	175,4	53,2	62,1	0,0	38,4	32,8	109,1	105,5	245,6	160,2	1579,7	508,8	0,0	132,0
1.986	179,8	54,1	94,2	42,0	47,8	7,0	39,0	131,6	35,4	31,9	190,6	232,7	1086,1	232,7	7,0	91,0
1.987	177,8	54,6	97,0	173,0	64,6	45,8	27,3	4,8	87,8	144,4	322,0	296,5	1495,6	322,0	4,8	125,0
1.988	112,0	142,7	161,7	130,0	51,8	40,6	15,4	1,4	15,8	135,0	130,0	175,1	1111,5	175,1	1,4	93,0
1.989	249,5	162,6	107,9	111,5	65,8	85,1	50,2	18,6	50,7	130,0	246,0	110,0	1387,9	249,5	18,6	116,0
1.990	45,9	86,4	48,0	63,1	52,3	3,0	49,8	34,3	73,9	116,6	170,3	254,9	998,5	254,9	3,0	83,0
1.991	214,1	133,0	391,1	18,6	16,8	16,7	52,8	35,8	106,3	70,7	200,1	251,3	1507,3	391,1	16,7	126,0
1.992	227,9	106,5	97,6	223,0	79,0	15,1	68,3	114,5	123,5	145,6	260,8	178,0	1639,8	260,8	15,1	137,0
1.993	222,6	49,0	73,0	249,7	28,9	31,8	3,6	10,7	87,0	75,8	92,7	319,4	1244,2	319,4	3,6	104,0
1.994	278,9	32,4	350,3	202,6	102,4	54,6	12,5	10,0	27,5	115,6	83,8	138,2	1408,8	350,3	10,0	117,0
1.995	87,8	35,0	90,2	86,8	106,6	4,0	12,4	29,4	18,9	154,1	315,0	389,9	1330,1	389,9	4,0	111,0



Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Máx	Min	Méd
1.996	138,8	265,7	202,9	98,1	59,4	14,9	0,0	21,7	162,8	113,3	282,0	210,1	1569,7	282,0	0,0	131,0
1.997	361,9	65,5	225,9	99,3	22,7	11,7	5,5	31,3	156,7	102,9	266,8	227,0	1577,2	361,9	5,5	131,0
1.998	142,6	163,7	88,3	27,8	34,1	22,8	3,1	50,9	39,2	150,7	327,7	117,2	1168,1	327,7	3,1	97,0
1.999	93,8	27,1	197,7	173,2	25,6	67,2	43,3	20,9	16,8	135,9	290,9	102,9	1195,3	290,9	16,8	100,0
2.000	190,5	144,8	164,8	81,7	10,9	15,4	33,9	41,3	41,8	76,6	270,6	254,6	1326,9	270,6	10,9	111,0
2.001	173,2	49,1	38,3	74,4	44,3	16,4	8,6	33,4	75,5	73,7	260,7	182,6	1030,2	260,7	8,6	86,0
2.002	203,9	238,8	57,7	7,7	51,1	8,0	41,1	2,1	105,7	86,4	196,9	249,0	1248,4	249,0	2,1	104,0
2.003	349,5	1,6	81,7	109,6	37,4	0,0	17,9	76,3	43,4	90,1	86,6	306,7	1200,8	349,5	0,0	100,0
2.004	252,7	278,6	267,1	113,1	40,8	35,9	36,4	29,1	0,7	80,0	102,8	437,2	1674,4	437,2	0,7	140,0
2.005	135,6	277,9	280,1	66,7	107,7	48,5	28,3	20,0	118,4	38,4	298,7	334,9	1755,2	334,9	20,0	146,0
2.006	42,9	81,2	248,6	111,9	31,9	15,0	24,9	18,4	81,3	113,7	293,8	420,4	1484,0	420,4	15,0	124,0
2.007	306,2	117,4	4,1	145,5	25,1	4,3	12,5	6,3	7,1	76,8	158,4	230,1	1093,8	306,2	4,1	91,0
2.008	162,8	200,9	126,9	179,0	18,8	20,7	14,1	18,9	84,0	48,1	330,6	419,8	1624,6	419,8	14,1	135,0
2.009	286,0	126,3	245,5	243,7	10,4	20,7	36,3	59,7	83,7	185,8	56,1	233,6	1587,8	286,0	10,4	132,0
2.010	29,3	122,7	293,5	144,1	60,6	3,9	74,9	15,4	33,5	155,0	292,3	427,9	1653,1	427,9	3,9	138,0
2.011	58,2	116,8	459,5	118,5	16,6	23,0	33,1	43,1	30,9	178,2	236,9	196,9	1511,7	459,5	16,6	126,0
2.012	171,0	17,4	83,2	51,5	97,2	27,1	7,9	51,2	53,8	38,3	277,1	45,3	921,0	277,1	7,9	77,0
2.013	246,8	99,7	387,0	35,4	86,3	38,4	23,8	32,9	46,3	78,9	118,6	447,1	1641,2	447,1	23,8	137,0
2.014	31,0	82,9	142,3	169,9	36,3	11,9	38,0	19,8	22,8	102,3	129,8	84,3	871,3	169,9	11,9	73,0
2.015	1,1	37,3	90,6	121,3	102,2	40,7	12,0	1,5	77,7	54,4	126,3	124,3	789,4	126,3	1,1	66,0
2.016	138,6	44,8	130,3	29,4	21,3	87,3	0,0	3,4	87,3	105,0	285,1	353,3	1285,8	353,3	0,0	107,0
2.017	46,5	139,0	63,6	32,0	55,9	40,6	30,6	10,4	0,0	36,2	229,7	173,7	858,2	229,7	0,0	72,0
2.018	119,7	119,4	114,0	189,4	59,4	25,3	15,4	39,8	15,7	75,3	147,8	219,9	1141,1	219,9	15,4	95,0
Máx	569,7	468,5	507,4	291,0	110,1	120,6	122,6	131,6	162,8	311,8	439,8	506,7				
Min	1,1	1,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	56,1	45,3				
Méd	186,5	126,4	159,6	106,3	52,5	26,9	29,8	28,0	53,8	113,3	203,7	249,5				

Fonte: HIDROWEB ANA, 2023.

A Figura 6 apresenta o histograma de distribuição das precipitações pluviométricas médias mensais e máximas de 1 dia; bem como o número médio mensal de dias chuvosos para o período de 1940 a 2018 na estação pluviométrica Rive.

Verifica-se que o trimestre mais chuvoso ocorre de novembro a janeiro, média, sendo que, dentre estes, o mês de janeiro foi o que apresentou a maior máxima de um dia registrado na estação Rive, de 569,7 mm. Novembro, dezembro e janeiro foram os meses que apresentaram o maior número de dias chuvosos no período analisado, com 26, 25 e 27 dias de chuva respectivamente. A estação seca se estende entre maio e setembro, sendo o mês junho aquele com menor média pluviométrica e os



meses de junho e julho com o menor número de dias chuvosos. A máxima histórica foi registrada no mês de janeiro.

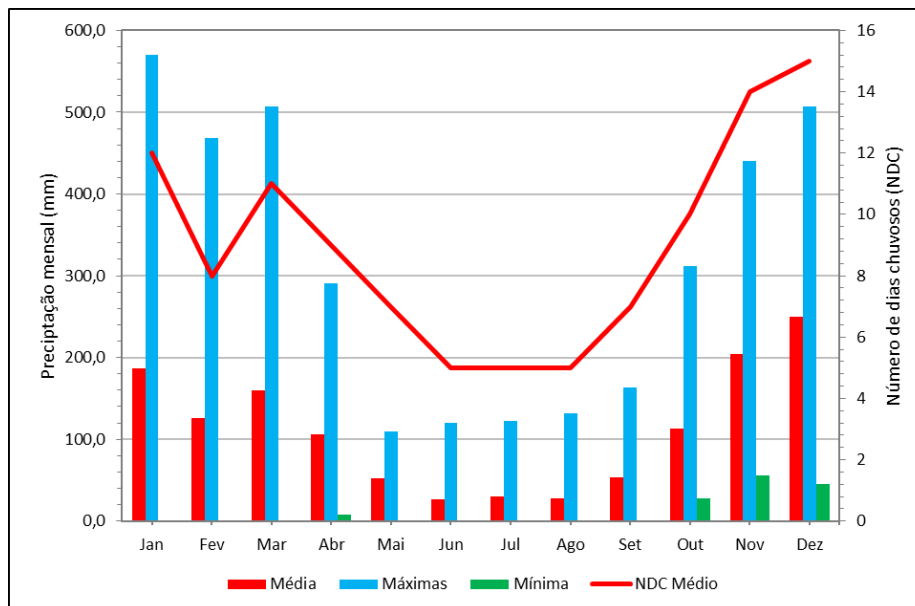


Figura 6 - Histograma de Distribuição de Precipitação e Número Médio Mensal de Dias Chuvosos no período de 1940 a 2018 na estação pluviométrica Rive

A Figura 7 apresenta a precipitação total anual na estação pluviométrica Rive, no período de 1940 a 2018. A precipitação média total para o período foi de 1336 mm por ano.

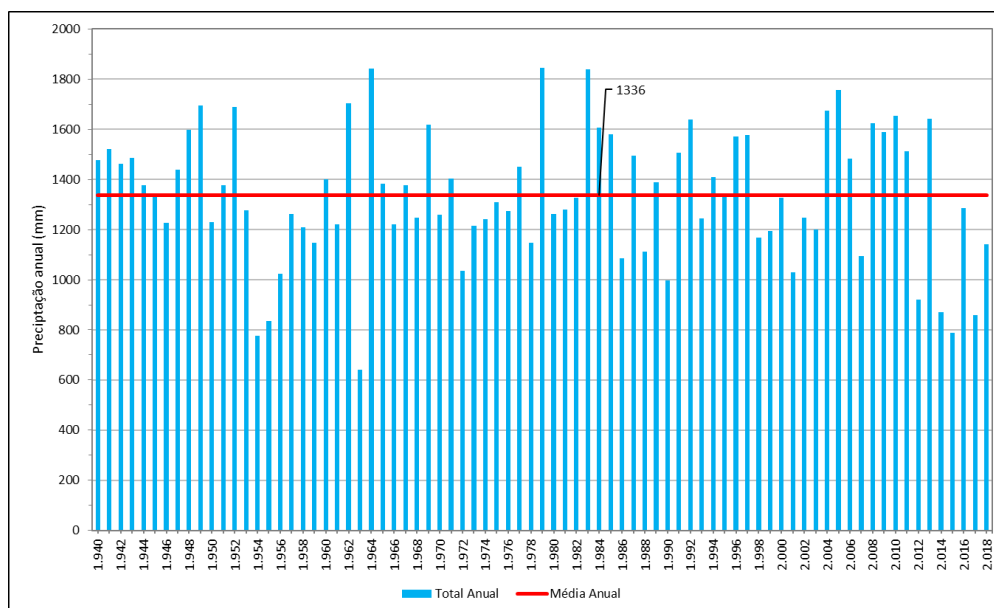


Figura 7 - Precipitação Total Anual do período de 1940 a 2018, na estação pluviométrica Rive

A Figura 8 apresenta a precipitação máxima mensal em 1 dia para o período de 1940 a 2018 na região de estudo. Verifica-se que, à exceção dos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, em todos os meses do período analisado já ocorreram precipitações maiores que 70 mm em 1 dia, sendo que a maior das máximas ocorreu no mês de abril, com aproximadamente 150 mm.

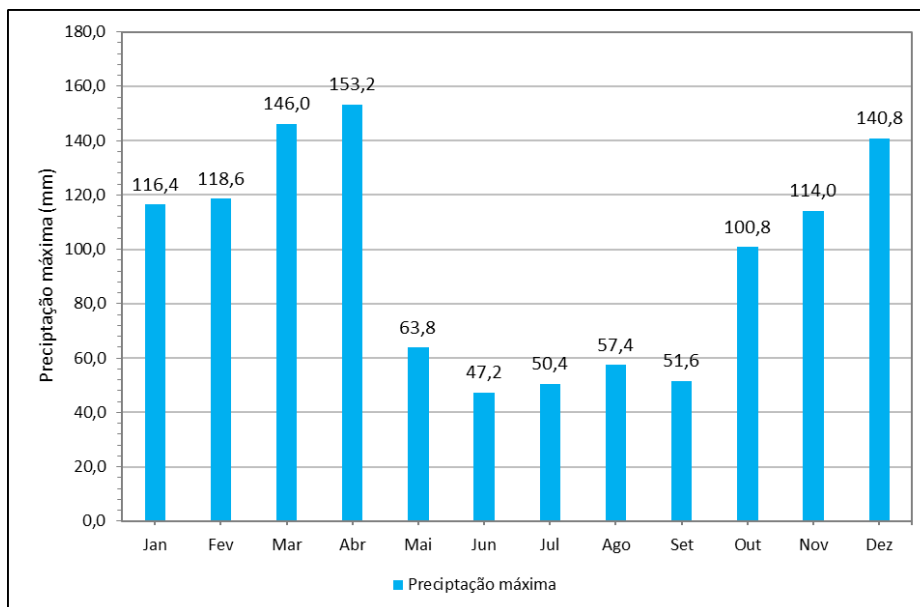


Figura 8 - Precipitação Máxima Mensal em 1 dia para período de 1940 a 2018 na estação pluviométrica Rive

3.2.3.3 EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS

Para localidades desprovidas de dados pluviográficos de longa duração, o método Chow-Gumbel tem sido utilizado de maneira eficiente para a determinação da relação intensidade-duração-frequência. A metodologia para obtenção da equação de intensidade-duração-frequência de chuvas está apresentada em Almeida, Reis e Mendonça (2017) e resumida a seguir.

- Seleção das máximas precipitações anuais de 1 dia;
- Análise de frequências dos totais precipitados com ajuste da distribuição probabilística de Gumbel à série de máximas precipitações anuais de 1 dia, estimando as precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno;
- Conversão das máximas precipitações anuais de 1 dia, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de 24 horas;



- Conversão das precipitações máximas de 24 horas, associadas a diferentes períodos de retorno, em precipitações máximas de durações menores. Para o caso em apreço, foram consideradas durações de precipitação de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos, 1, 6, 8, 10, 12 e 24 horas;
- Apropriação das intensidades pluviométricas a partir da relação entre alturas pluviométricas e durações;
- Definição de equações de chuvas intensas no formato estabelecido pela Equação (1):

$$i = \frac{kT^m}{(t + t_0)^n} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

i representa a intensidade máxima de chuva (mm/min);

t é a duração da chuva (minutos),

T é o tempo de retorno (anos),

k, m, t_0 e n são os parâmetros que se deseja determinar com base nos dados pretéritos de chuva de uma determinada estação pluviométrica.

O ajuste do modelo estabelecido por meio da Equação 1 é realizado com auxílio da Programação Não Linear (PNL), aplicada com a ferramenta Solver, disponível na planilha do Microsoft Excel, com a seguinte função objetivo (Equação 2):

$$\min f_o = \sum_T \sum_t (i_{\text{método}} - i_{\text{equação}}) \quad \text{Equação 2}$$

A Tabela 5 apresenta as precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rive entre os anos 1940 a 2018. Esta estação apresenta dados consistidos até o ano de 2005 e dados não consistidos até o ano de 2020. Os anos com falhas de registro foram excluídos da análise de chuvas.

Tabela 5 – Precipitações diárias máximas anuais medidas na estação Rive entre os anos 1940 a 2018

Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1940	105,5	1967	120,00	1994	75,4
1941	57,3	1968	91,00	1995	62,4
1942	86,1	1969	90,20	1996	97
1943	77	1970	36,60	1997	70
1944	78,5	1971	75,00	1998	80,4
1945	85,1	1972	73,00	1999	84



Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)	Ano	Precipitação máxima (mm)
1946	76,2	1973	78,40	2000	83,4
1947	79,6	1974	71,40	2001	98,8
1948	70	1975	64,00	2002	0
1949	88,6	1976	97,00	2003	0
1950	56	1977	100,80	2004	72
1951	116,4	1978	83,80	2005	146
1952	85,4	1979	38,00	2006	85,4
1953	97,4	1980	45,60	2007	84,8
1954	90,6	1981	85,60	2008	90
1955	45,4	1982	106,40	2009	70,2
1956	85,3	1983	68,00	2010	106,8
1957	60,8	1984	153,20	2011	96,4
1958	76,4	1985	50,20	2012	80
1959	72,4	1986	97,40	2013	92,2
1960	120	1987	75,40	2014	114
1961	91	1988	62,40	2015	55,0?
1962	90,2	1989	97,00	2016	70,6
1963	36,6	1990	70,00	2017	100,6
1964	75	1991	80,40	2018	79
1965	73	1992	84,00		
1966	78,4	1993	83,4		

A Tabela 6 apresenta o ajuste probabilístico de Gumbel das máximas de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno. esses dados para a estação Rive.

Tabela 6 – Precipitações máximas anuais de 1 dia associadas a diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive

Período de retorno (anos)	Máxima (mm)
2	80,35
5	102,48
10	117,14
15	125,41
25	135,66
50	149,40
100	163,03

A Tabela 7 e a Tabela 8 apresentam as alturas e as intensidades pluviométricas associadas a diferentes períodos de retorno e diferentes durações, estimadas para a estação Rive.



Tabela 7 – Precipitações máximas (em mm), para a estação pluviométrica Rive, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	91,60	116,83	133,54	142,97	149,57	154,65	170,31	185,86
720	12h	77,86	99,31	113,51	121,52	127,13	131,45	144,77	157,98
600	10h	75,11	95,80	109,50	117,23	122,65	126,81	139,66	152,40
480	8h	71,45	91,13	104,16	111,51	116,66	120,63	132,84	144,97
360	6h	65,95	84,12	96,15	102,94	107,69	111,35	122,63	133,82
60	1h	38,47	49,07	56,09	60,05	62,82	64,95	71,53	78,06
30	30 min	28,47	36,31	41,50	44,43	46,49	48,07	52,93	57,76
25	25 min	25,91	33,04	37,77	40,44	42,30	43,74	48,17	52,57
20	20 min	23,06	29,41	33,62	35,99	37,65	38,93	42,88	46,79
15	15 min	19,93	25,42	29,05	31,10	32,54	33,65	37,05	40,44
10	10 min	15,37	19,61	22,41	23,99	25,10	25,96	28,58	31,19
5	5min	9,68	12,35	14,11	15,11	15,81	16,34	18,00	19,64

Tabela 8 – Intensidades máximas (em mm/min), para a estação pluviométrica Rive, associadas a diferentes períodos de retorno e durações.

Duração (min)		Período de Retorno (anos)							
		2	5	10	15	20	25	50	100
1440	24h	0,06	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13
720	12h	0,11	0,14	0,16	0,17	0,18	0,18	0,20	0,22
600	10h	0,13	0,16	0,18	0,20	0,20	0,21	0,23	0,25
480	8h	0,15	0,19	0,22	0,23	0,24	0,25	0,28	0,30
360	6h	0,18	0,23	0,27	0,29	0,30	0,31	0,34	0,37
60	1h	0,64	0,82	0,94	1,00	1,05	1,08	1,19	1,30
30	30 min	0,95	1,21	1,39	1,48	1,55	1,60	1,77	1,93
25	25 min	1,04	1,33	1,51	1,62	1,70	1,75	1,93	2,10
20	20 min	1,16	1,48	1,68	1,80	1,89	1,95	2,15	2,34
15	15 min	1,34	1,70	1,94	2,08	2,17	2,25	2,47	2,70
10	10 min	1,54	1,97	2,25	2,40	2,51	2,60	2,86	3,12
5	5min	1,95	2,48	2,83	3,03	3,17	3,27	3,60	3,93

A Figura 9 apresenta as curvas de altura e duração para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive, enquanto a Figura 10 mostra as curvas de intensidade e duração para a mesma estação pluviométrica.

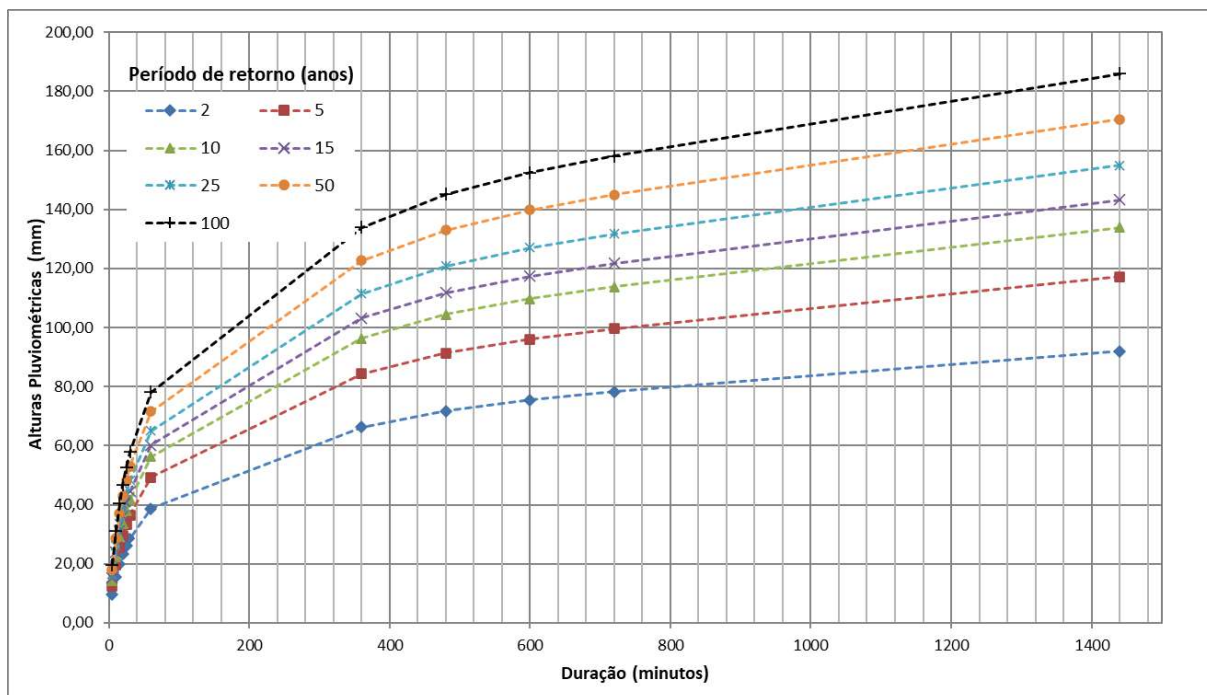


Figura 9 - Curvas de altura x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive.

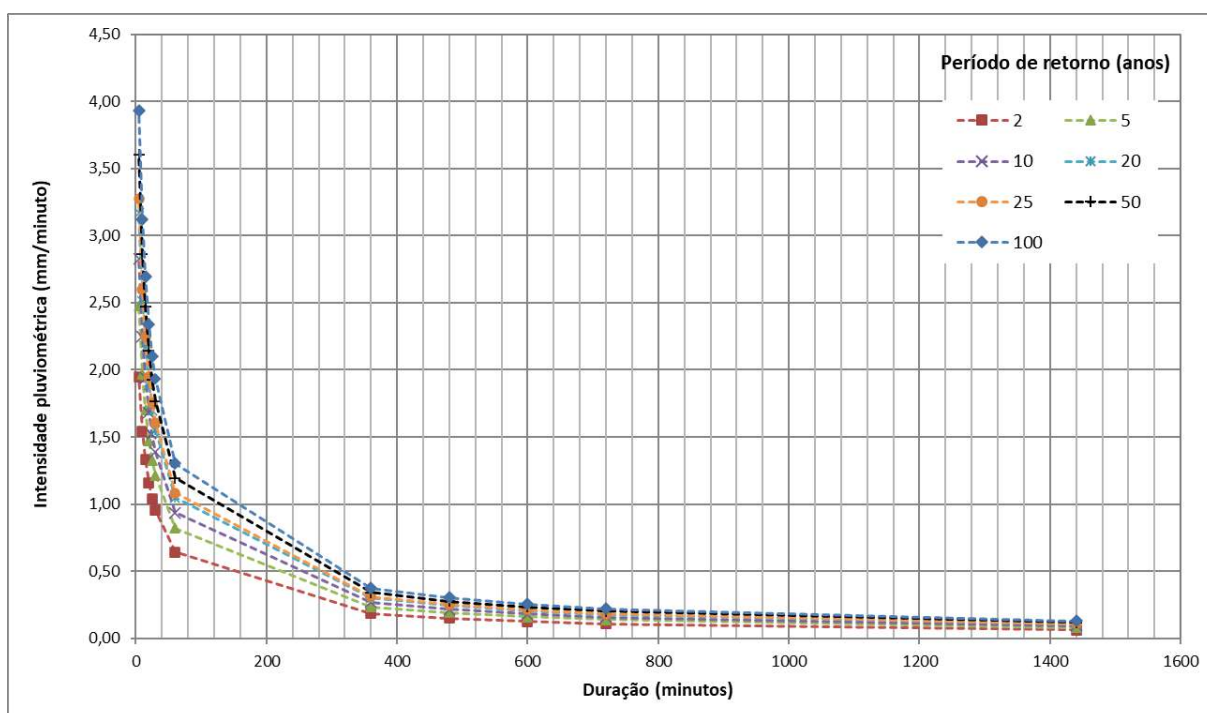


Figura 10 - Curvas de intensidade x duração de chuva para diferentes períodos de retorno para a estação pluviométrica Rive

A equação a seguir apresenta a relação intensidade-duração-frequência das chuvas para a região onde será implantado o projeto ajustada aos dados da estação



pluviométrica Rive.

$$i = \frac{15,708x T^{0,156}}{(t + 11,382)^{0,751}}, \text{ em mm/min}$$

Sendo:

i : intensidade da chuva em mm/min

T : Tempo de retorno, em anos

t : Tempo de duração, em minutos.

3.2.4 PEDOLOGIA

O mapeamento da pedologia na área de estudo foi realizado a partir da revisão de um conjunto de trabalhos correlatos já publicados e dos mapas de solos existentes. A região foi contemplada em dois estudos pedológicos oficiais, os quais resultaram nas cartas de solos em escala 1:5.000.000 (IBGE-EMBRAPA, 2001) e 1:1.000.000 (RADAMBRASIL, 1983). Este último foi tomado como base cartográfica para este estudo.

Informações cartográficas e da literatura consultada foram complementadas por campanhas de campo realizadas para este trabalho. Durante as mesmas, os solos das áreas foram estudados em termos de sua distribuição em função das condições do relevo. No município de Alegre são possíveis de se encontrar os seguintes solos: Cambissolo álico, Afloramento Rochoso + Neossolo Litólico, Latossolo Vermelho-amarelo, Gleissolo + Neossolo Flúvico e Argissolo Vermelho-amarelo.

- Argissolo Vermelho-amarelo

Solos definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006) pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila. A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos constitui a classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. As principais restrições são relacionadas à fertilidade, em alguns casos, e susceptibilidade à erosão. Sua ocorrência está relacionada, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves.

- Cambissolo Álico



Solos pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários. São definidos pela presença de horizonte diagnóstico B incipiente (pouco desenvolvimento estrutural) apresentando baixa (distróficos) ou alta (eutróficos) saturação por bases, baixa a alta atividade da argila. São identificados em diversos ambientes, estando normalmente associados a áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) podendo, no entanto, ocorrer em áreas planas (baixadas) fora da influência do lençol freático.

- Gleissolo

Essa classe de solo encontra-se permanente ou periodicamente saturada por água, salvo se artificialmente drenada. A água permanece estagnada internamente ou a saturação é por fluxo lateral no solo. São definidos por Embrapa (2006) como solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei, que pode ser um horizonte subsuperficial (C, B ou E) ou superficial A. O horizonte superficial apresenta cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50 cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

Comumente desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia (ambientes de influência de água), podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais.

- Latossolo Vermelho-Amarelo

Os Latossolos são solos de intemperização intensa chamados popularmente de solos velhos, sendo definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2006) pela presença de horizonte diagnóstico latossólico e características gerais como: argilas com predominância de óxidos de ferro, alumínio, silício e titânio, argilas de baixa atividade (baixa CTC), fortemente ácidos e baixa saturação de bases.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade. Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade.

- Neossolo Litólico



Neossolos são solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos. Os Neossolos podem apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio. Variam de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade. Abrangem diversos ambientes climáticos, associados desde áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos) até as áreas planas, sob a influência do lençol freático.

Neossolos litólicos compreendem solos rasos, onde geralmente a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas e elevam o risco de erosão.

- Neossolo Flúvico

Os Neossolos Flúvicos ocorrem próximos de rios ou drenagens em relevo plano, sendo evidentes as camadas de solo depositadas, que se diferenciam pela cor e textura. Há risco de inundação, que pode ser frequente ou muito frequente. São muito variáveis quanto à textura e outras propriedades físicas, mas são considerados de grande potencialidade agrícola.

3.2.5 USO DO SOLO

O mapa de uso e ocupação do solo da área foi elaborado também em virtude de sua importância para a determinação do coeficiente de escoamento ou número da curva da mesma.

Com base nos registros efetuados no sobrevoo ocorrido em 2012 e 2015, em escala 1:10.000 (IEMA, 2017), foram identificadas as seguintes categorias de uso e ocupação do solo:

- Afloramento Rochoso;
- Brejo;
- Cultivos Agrícolas;
- Mata Nativa;



- Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração;
- Massa d'água;
- Pastagem;
- Solo Exposto; e
- Área Urbana 65%;
- Área Urbana 85%.

3.2.6 MÉTODOS E PARÂMETROS PARA A DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

3.2.6.1 TEMPO DE RECORRÊNCIA

Os períodos de recorrência adotados para os estudos das descargas de pico das bacias foram definidos em função do tipo de obra previsto para o escoamento de tais descargas.

Em linhas gerais, foram adotados os valores descritos na Tabela 9 conforme Diretrizes Básicas do DNIT.

Tabela 9 – Período de Recorrência.

Espécie	Período de Recorrência (anos)
Drenagem Sub-superficial	1
Drenagem Superficial	5 a 10
Bueiro Tubular	15 (Canal) e 25 (como orifício)
Bueiro Celular	25 (Canal) e 50 (como orifício)
Pontilhão	50
Ponte	100

Fonte: Manual de Drenagem do DNIT.

3.2.6.2 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração (TC) de uma bacia hidrográfica é o tempo de percurso que o escoamento leva para atingir a saída, desde o ponto mais remoto até ao ponto de interesse. Esse é o intervalo de tempo em que todos os pontos da bacia irão contribuir com vazão para o seu exutório (DNIT, 2005).

Ao longo dos anos foram desenvolvidos uma variedade de expressões para a determinação do tempo de concentração. Isso porque, há inúmeros fatores envolvidos



em sua análise que irão influenciar na determinação da descarga de projeto. Em linhas gerais, a descarga máxima da bacia é proporcional ao inverso do seu tempo de concentração (DNIT, 2005; SILVEIRA, 2005).

As formulações são obtidas, de modo geral, pelas características da bacia hidrográfica como área, comprimento do talvegue, rugosidade do córrego ou canal e a declividade dos mesmos e algumas possuem algum parâmetro que leva em conta a ocupação da bacia (DNIT, 2005; KIBLER, 1982).

Para o presente trabalho foram consideradas as formulações que na avaliação do Manual de Hidrologia do DNIT (2005), possuem faixa de aplicação tanto para pequenas quanto para grandes bacias, além daquelas que consideram características de cobertura vegetal, as quais encontram-se descritas a seguir.

Conforme preconizado pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005), a fórmula do DNOS considera além das características morfométricas da bacia, características de tipo de solo e de cobertura vegetal, ademais, a aplicação desta é indicada para qualquer tamanho de bacia.

$$T_c = \frac{10}{K} \cdot \frac{A^{0,3} \cdot L^{0,2}}{I^{0,4}} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

T_c = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em ha,

L = comprimento do curso d'água, em m,

I = declividade, em %.

K = depende das características da bacia, conforme descrito a seguir:

- Terreno arenoargiloso, coberto de vegetação intensa, com elevada absorção $K=2$;
- Terreno comum, coberto de vegetação, absorção apreciável $K=3$;
- Terreno argiloso, coberto de vegetação, absorção média $K=4$;
- Terreno de vegetação média, pouca absorção $K=4,5$;
- Terreno com rocha, escassa vegetação, baixa absorção $K=5$;
- Terreno rochoso, vegetação rala, reduzida absorção $K=5,5$.

Para todas as bacias analisadas o valor de k adotado é equivalente a 5.

A fórmula de George Ribeiro é aplicável para qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005) e é apresentada a seguir:



$$T_c = \frac{16L}{(1,05 - 0,2p) \cdot (100 \cdot i)^{0,04}}$$

Equação 4

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km,

i = declividade em m/m, e

p = parâmetro dado pela proporção da bacia coberta por vegetação, que varia de 0 a 1.

A aplicação da fórmula de Kirpich Modificada é indicada para uma grande faixa de áreas. Estudos em bacias médias e grandes, com dados de enchentes observadas, demonstraram que a aplicação do fluviograma unitário triangular do U.S. Soil Conservation Service fornece resultados pertinentes às observações, se forem adotados tempos de concentração 50% maiores do que os calculados pela expressão proposta por KIRPICH. Assim propõe-se a seguinte formulação (DNIT, 2005):

$$T_c = 85,2 \times \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Equação 5

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

L = comprimento do talvegue, em km, e

H = desnível máximo do talvegue, em m.

Para todas as bacias em estudo foram adotados p= 0,1.

A fórmula de Passini é aplicável a bacias de qualquer tamanho. A seguir é apresentada a fórmula de Pasini (DNIT, 2005):

$$T_c = 6,42 \times \frac{\sqrt[3]{A \times L}}{\sqrt{I}}$$

Equação 6

Onde:

tc = tempo de concentração, em minutos;

A = Área da bacia em km²;

L = desenvolvimento do talvegue principal, em km;

I = declividade em m/m;



A fórmula de Ventura também é aplicável a qualquer tamanho de bacia (DNIT, 2005):

$$T_c = 7,62 \sqrt{\frac{A}{I}} \quad \text{Equação 7}$$

sendo, TC = tempo de concentração, em minutos,

A = área da bacia, em km²,

I = declividade, em m/m.

Para o cálculo do tempo de concentração (TC) de cada sub-bacia, foram utilizados os métodos considerados mais adequados para as mesmas, levando-se em consideração sua área e outras características físicas e de uso do solo.

Tendo em vista que é possível encontrar diferentes valores do TC a depender da formulação empregada, motivo pelo qual, este introduz incertezas no dimensionamento da vazão de pico, o tempo de concentração foi obtido a partir da média de três métodos apropriados para as sub-bacias em estudo, tendo sido escolhidos para cada sub-bacia, aqueles que apresentaram o menor desvio padrão. A apresenta os valores de TC médio calculado para cada sub-bacia.

Para as sub-bacias cujo TC médio resultou em valores menores que 10 minutos, adotou-se TC mínimo de 10 minutos, conforme recomendado pelo Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (IPR-724/2006).

3.2.6.3 GRUPO HIDROLÓGICO DO SOLO

De acordo com Tucci (2004) os valores dos parâmetros como coeficiente de escoamento superficial e do número da curva para bacias rurais e bacias urbanas e suburbanas são definidos de acordo com o tipo de uso e ocupação e com as seguintes classes de solo:

- Solo A: Produz baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila;
- Solo B: Menos permeáveis do que o A, solos arenosos menos profundos do que o tipo A e com permeabilidade superior à média;
- Solo C: Que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo porcentagem considerável de argila e pouco profundo;



- Solo D: Contém argilas expansivas e pouco profundas com muito baixa capacidade de infiltração, gerando maior proporção de escoamento superficial.

Tendo sido identificados os solos da bacia hidrográfica, pode-se definir o grupo hidrológico ao qual ele pertence a partir da Tabela 10.

Tabela 10 – Classificação hidrológica do Solo para as condições brasileiras

Grupo Hidrológico do Solo	Tipo de Solo
A	LATOSSOLO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, LATOSSOLO VERMELHO, ambos de textura argilosa ou muito argilosa e com alta macroporosidade; LATOSSOLO AMARELO E LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial não arenoso.
B	LATOSSOLO AMARELO e LATOSSOLO VERMELHO AMARELO, ambos de textura média, mas com horizonte superficial de textura arenosa; LATOSSOLO BRUNO; NITOSSOLO VERMELHO; NEOSSOLO QUARTZARÊNICO; ARGISSOLO VERMELHO ou VERMELHO AMARELO de textura arenosa/média, média/argilosa, argilosa/argilosa ou argilosa/muito argilosa que não apresentam mudança textural abrupta.
C	ARGISSOLO pouco profundo, mas não apresentando mudança textural abrupta ou ARGISSOLO VERMELHO, ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos profundos e apresentando mudança textural abrupta; CAMBISSOLO de textura média e CAMBISSOLO HÁPLICO ou HÚMICO, mas com características físicas semelhantes aos LATOSSOLOS (latossólico); ESPODOSSOLO FERROCÁRBICO; NEOSSOLO FLÚVICO.
D	NEOSSOLO LITÓLICO; ORGANOSSOLO; GLEISSOLO; CHERNOSSOLO; PLANOSSOLO; VERTISSOLO; ALISSOLO; LUVISSOLO; PLINTOSSOLO; SOLOS DE MANGUE; AFLORAMENTOS DE ROCHA; Demais CAMBISSOLOS que não se enquadram no Grupo C; ARGISSOLO VERMELHO AMARELO e ARGISSOLO AMARELO, ambos pouco profundos e associados à mudança textural abrupta.

3.2.6.4 COEFICIENTE DE DEFLÚVIO (c)

O coeficiente de escoamento, no método racional, é um parâmetro que assimila a quantidade de chuva de uma determinada bacia que irá escoar na superfície do solo, o qual é função do tipo de solo, uso e ocupação e declividade da bacia em análise. A determinação precisa deste parâmetro é fundamental para a aplicação do método racional (ASARE-KYEI; FORKUOR; VENUS, 2015).

O Manual de Hidrologia Básica (2005) desenvolvidas pelo DNIT disponibiliza alguns valores para o coeficiente de runoff, os quais se encontram apresentados na Tabela 11.



No entanto, estas tabelas são limitadas quanto ao uso e ocupação do solo de áreas rurais. Por este motivo, complementarmente utilizou-se os valores do coeficiente de escoamento definidos na Tabela 12 (KNOX COUNTY TENNESSEE, 2014), a qual fornece valores de coeficiente de deflúvio para algumas categorias de tipo e de uso do solo.

Para obter o coeficiente de deflúvio da área estudada, calculou-se, a média ponderada dos coeficientes das diferentes superfícies que a compõem, empregando o software ArcMap 10.8.1, sendo os pesos proporcionais às áreas dessas superfícies.

Tabela 11 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: Manual de hidrologia do DNIT

TIPOS DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO “c”
Comércio	
Áreas Centrais	0,70 a 0,95
Áreas da periferia do centro	0,50 a 0,70
Residencial	
Área de uma única família	0,30 a 0,50
Multi-unidades, isoladas	0,40 a 0,60
Multi-unidades, ligadas	0,60 a 0,75
Residencial (suburbana)	0,25 a 0,40
Área de apartamentos	0,50 a 0,70
Industrial	
Áreas leves	0,50 a 0,80
Áreas densas	0,60 a 0,90
Parques cemitérios	0,10 a 0,25
Playgrounds	0,20 a 0,35
Pátio e espaço de serviços de estrada de ferro	0,20 a 0,40
Terrenos baldios	0,10 a 0,30
Ruas	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajeto de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
Gramados; solos arenosos	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,20
Gramados; solo compacto	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, > 7%	0,15 a 0,35

Fonte: Manual de Hidrologia Básica do DNIT (2005).

Tabela 12 – Valores para o coeficiente de escoamento (c). Fonte: KNOX COUNTY TENNESSEE (2014)

Uso e Ocupação do Solo	Coeficiente de Deflúvio (C) por grupo hidrológico de solos (A, B, C ou D)											
	A			B			C			D		
Declividade do terreno	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%
Floresta	0,08	0,11	0,14	0,10	0,14	0,18	0,12	0,16	0,20	0,15	0,20	0,25
Macega (Capoeira)	0,14	0,22	0,30	0,20	0,28	0,37	0,26	0,35	0,44	0,30	0,40	0,50



Uso e Ocupação do Solo	Coeficiente de Deflúvio (C) por grupo hidrológico de solos (A, B, C ou D)											
	A			B			C			D		
Declividade do terreno	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%	< 2%	2-6%	>6%
Pastagem	0,15	0,25	0,37	0,23	0,34	0,45	0,30	0,42	0,52	0,37	0,50	0,62
Área rural	0,14	0,18	0,22	0,16	0,21	0,28	0,20	0,25	0,34	0,24	0,29	0,41
Área urbana 20% de impermeabilidade	0,22	0,26	0,29	0,24	0,28	0,34	0,28	0,32	0,40	0,31	0,35	0,46
Área urbana 25% de impermeabilidade	0,25	0,29	0,32	0,28	0,32	0,36	0,31	0,35	0,42	0,34	0,38	0,46
Área urbana 30% de impermeabilidade	0,28	0,32	0,35	0,30	0,35	0,39	0,33	0,38	0,45	0,36	0,40	0,50
Área urbana 38% de impermeabilidade	0,30	0,34	0,37	0,33	0,37	0,42	0,36	0,40	0,47	0,38	0,42	0,52
Área urbana 65% de impermeabilidade	0,33	0,37	0,40	0,35	0,39	0,44	0,38	0,42	0,49	0,41	0,45	0,54
Área Industrial	0,85	0,85	0,86	0,85	0,86	0,86	0,86	0,86	0,87	0,86	0,86	0,88
Área urbana 85% de impermeabilidade	0,88	0,88	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,90	0,89	0,89	0,90
Rua Asfaltada	0,76	0,77	0,79	0,80	0,82	0,84	0,84	0,85	0,89	0,89	0,91	0,95
Estacionamento	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97	0,95	0,96	0,97
Solo Exposto	0,65	0,67	0,69	0,66	0,68	0,70	0,68	0,70	0,72	0,69	0,72	0,75
Afloramento rochoso	0,9											
Massa d'água	1,0											

3.2.7 DETERMINAÇÃO DAS VAZÕES DE PROJETO

Conforme recomenda a IS-203 - Instrução de Serviço para Estudos Hidrológicos do DNIT, foram empregadas as seguintes metodologias para dimensionamento das vazões de projeto:

- Para áreas sem dados fluviométricos – aplicação de métodos de transformação chuva x vazão: Método Racional.

Nos itens a seguir, é apresentado o detalhamento metodológico dos métodos citados.

3.2.7.1 MÉTODO RACIONAL

O método racional é a forma mais simples de se determinar a vazão de pico da bacia de drenagem, sendo o método mais comum utilizado para o dimensionamento de sistemas de drenagem. Trata-se de um método lógico, generalizado e que muitas vezes apresenta resultados razoáveis. Entretanto, a base teórica deste não é suficientemente explorada na maioria de suas aplicações (UPC, 2015), o que pode conduzir a uma vazão superestimada, levando a exageros no dimensionamento do sistema de drenagem. Devido a isso, é imprescindível que haja uma verificação



criteriosa dos resultados, buscando identificar incoerências.

O método racional relaciona dados como intensidade da chuva, área da bacia e características da cobertura da bacia hidrográfica estudada e é dado pela equação a seguir:

$$Q = \frac{c.i.A}{3,6}$$

Equação 8

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área da bacia hidrográfica, em km².

3.2.7.2 MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

Conforme recomendado no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (DNIT, 2005), para corrigir os efeitos da distribuição das chuvas nas bacias hidrográficas consideradas uniformes no Método Racional, principalmente em bacias de médio porte com áreas superiores a 1 km², são introduzidos coeficientes redutores das chuvas de ponta designados Coeficientes ou Fatores de Distribuição. O mais comum desses fatores é dado pela **Equação 9**

$$n = A^{-0,10}$$

Equação 9

Em que:

A = área da bacia hidrográfica, em km².

Assim o método racional modificado é dado por (Equação 10):

$$Q_c = \frac{C.I.A.n}{3,60}$$

Equação 10

Onde:

Q = vazão máxima, em m³/s;

c = coeficiente de deflúvio;

i = intensidade da chuva, em mm/h;



A = área da bacia hidrográfica, em km^2 .

n = fator de distribuição = $A^{-0,10}$

Em bacias urbanas, o manual de hidrologia básica do DNIT recomenda a utilização do coeficiente de Burkli-Ziegler, ainda mais redutor, que é dado por $n = A^{-0,15}$, sendo a área dada em hectares (ha).

3.2.8 CONCLUSÃO

Os estudos hidrológicos tiveram o objetivo de apresentar os métodos e procedimentos norteadores do dimensionamento dos dispositivos de drenagem, que envolvem, obras-arte-corrente (bueiros e galerias, obras de drenagem superficial), obras-de-arte-especial (pontes, pontilhões), canais, valetas, canaletas, entre outros.

O dimensionamento das estruturas de drenagem é apresentado no capítulo de Projeto de Drenagem.

3.3 ESTUDOS GEOLÓGICOS

3.3.1 INTRODUÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido tendo como base as diretrizes da Instrução de Serviço **IS-202 – Estudos Geológicos** do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado das unidades geológicas e os aspectos das litologias constituintes da área em estudo.

3.3.2 COLETA E PESQUISA DE DADOS

Com vistas a subsidiar os estudos geotécnicos de campo e em atendimento a IS-202 foi realizada, em escritório, uma busca bibliográfica de manuais técnicos, cartas, fotografias aéreas e mapas geológico, geomorfológico, pedológico e hidrogeológico. Além disso, foram feitas averiguações em campo a fim de complementar os estudos ora apresentados.

As informações relativas à vegetação, pedologia e geomorfologia foram obtidas junto ao IBGE, mais precisamente nas cartas de pedologia e geomorfologia do mapeamento RADAMBRASIL (1983). Já os dados de geologia e hidrogeologia foram retirados de manuais técnicos da CPRM. Informações sobre clima foram obtidas principalmente junto ao INCAPER e na Agência Nacional de Águas (ANA).

As informações foram consolidadas em escritório e complementadas com imagens do Ortofotomosaico do Espírito Sando (IEMA, 2007/2008) e Ortofotos do Google em ambiente computacional.

3.3.3 DESCRIÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO

3.3.3.1 ASPECTOS DA VEGETAÇÃO

A vegetação existente no município de Alegre é composta principalmente por áreas com vegetação secundária, pertencentes ao domínio da Mata Atlântica e foi denominada de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas ou Floresta de Tabuleiro (RADAMBRASIL, 1983; VELOSO et al., 1991; RIZZINI, 1979).

É uma formação que em geral ocupa as planícies costeiras, capeadas por tabuleiros pliopleistocênicos do Grupo Barreiras. Ocorre desde a Amazônia, estendendo-se desde a Região Nordeste até proximidades do Rio São João, no Estado do Rio de



Janeiro.

Tais tabuleiros apresentam uma florística bastante típica, caracterizada por ecótipos dos gêneros *Ficus*, *Alchornea*, *Handroanthus* e pela *ochlospecie* *Tapirira guianensis* Aubl. Outrossim, a partir do Rio São João, em direção ao sul, esta formação ocorre nos terrenos quaternários situados em geral pouco acima do nível do mar, nas planícies formadas pelo assoreamento devido à erosão existente nas serras costeiras, e nas enseadas marítimas.

Segundo a Caracterização definida pelo RADAMBRASIL (1983), o local de estudo se encontra em área de pecuária em Floresta Ombrófila Densa.

3.3.3.2 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS E DO RELEVO

O relevo do estado do Espírito Santo é caracterizado pela presença de duas unidades: baixada litorânea e serra.

A baixada litorânea segue por toda a costa litorânea, desde a fronteira com a Bahia até o Rio de Janeiro. Apresenta largura variável, sendo mais estreita ao sul e, ao norte alargando-se a partir de Vitória. Verifica-se altitude média de 40 a 50m englobando 40% do território.

Com altitude média na casa dos 700m, a serra ocupa o interior do Estado. Cortada por vários rios, a zona montanhosa apresenta a formação de vales profundos; no alto destes vales originam-se serras, como a do Caparaó, e picos da Bandeira e do Calçado. A diminuição das altitudes ocorre ao norte do rio Doce, onde há a formação de pequenas montanhas (pontões) erroneamente chamados de serras como, por exemplo, o Pontão do Pancas e Pontão do Cunha.

O segmento em estudo está localizado sobre três unidades geomorfológicas: Acumulação Fluvial, Maciços do Caparaó e Patamares Escalonados do Sul Capixaba. O mapa geomorfológico é apresentado Figura 11.

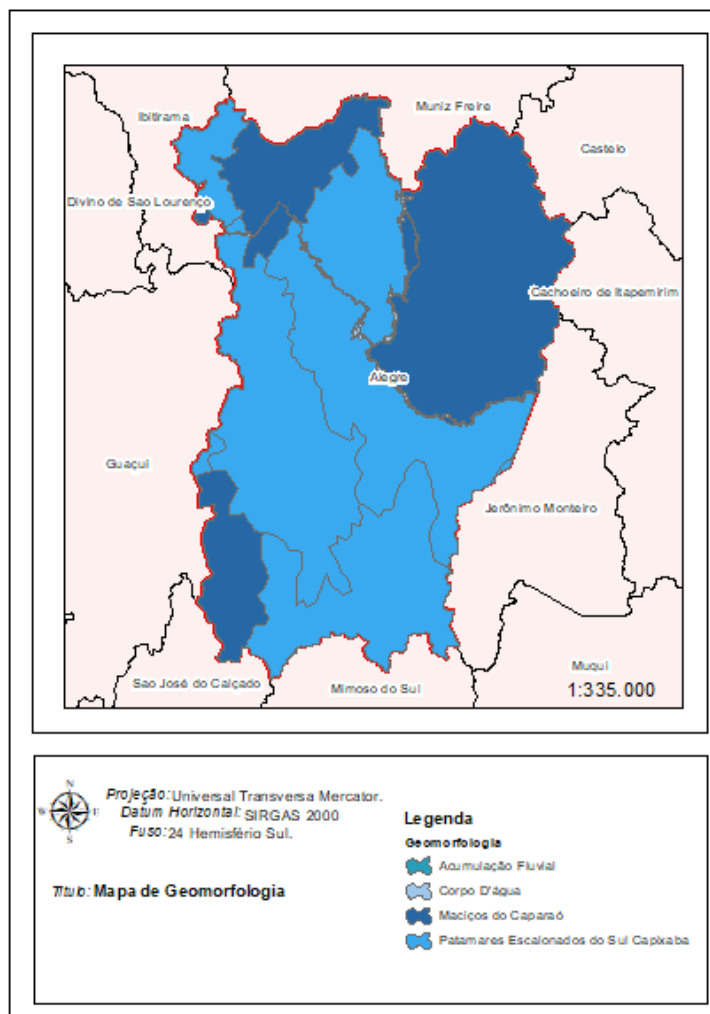


Figura 11 – Mapa Geomorfológico do Espírito Santo. Destaque para o Município de Alegre

Acumulação Fluvial

A unidade geomorfológica Acumulação aluvial é correspondente aos acúmulo de sedimentos recentes inconsolidados, depositados ao longo de cursos d'água, em regiões de vales e/ou planícies.

Maciços do Caparaó

A unidade geomorfológica dos Maciços do Caparaó caracteriza-se por se apresentar como um modelo intensamente dissecado, com altitudes que variam de 600m a 2.000 metros de altitude (para as elevações maciças de maior magnitude). As ações de tectonismo associado ao clima predominantemente úmido provocaram resultados que são percebidos nas formas de dissecação intensamente orientadas por falhas intercruzadas, escarpas adaptadas e falhas e elevações residuais. O relevo é caracterizado por grandes elementos alongados de topos e encostas convexizados,



em que é possível de desenvolver alterações profundas, que resulta em mantos argilosos de grandes espessuras.

Patamares Escalonados do Sul Capixaba

Essa unidade geomorfológica possui caráter distinto das demais áreas da região sul capixaba, devido aos ressaltos dos níveis de dissecação escalonados, que formam patamares, delimitados por frentes escarpadas, com adaptações das falhas voltadas para noroeste e com caimento topográfico para sudeste.

3.3.3.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS

A partir de levantamentos de recursos naturais disponíveis na bibliografia consultada, foi possível caracterizar os aspectos geológicos da área de estudo. O arcabouço geológico das Rodovias que compõem a área de estudo, segundo CPRM (2004), é apresentado na Figura 12 e é composto pelas unidades:

- Grupo Rio Doce – Formação Palmital do Sul (NP2rdp);
- Grupo Raposo (NP3rp);
- Ortognaisse Muniz Freire (NP3y1lmf);
- Grupo Bom Jesus do Itabapoana – Unidade Bom Jesus do Itabapoana (NPbjign);
- Grupo Bom Jesus do Itabapoana – Unidade Bom Jesus do Itabapoana (NPbjignq);
- Província Mantiqueira – Complexo Juiz de Fora (PP2jfgl);
- Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes (Q2a);
- Unidade Lambari Frito (εγ5lsaangr);
- Fazenda Bela Aurora (εδ5saandr);
- Laranjeiras (εδ5saangb);
- Maciço Aracê (εδ5sadr).

Grupo Rio Doce – Formação Palmital do Sul (NP2rdp): Formação Palmital do Sul: biotita xisto com intercalações de rocha metavulcânica de composição dacítica e gnaisses com intercalações de quartzito micáceo, calcissilicáticas e talco xisto.

Grupo Raposo (NP3rp): Gnaisses kinzigíticos e biotita gnaisse



Ortognaiss Estrela (NP3y1les): Gnaiss granitoide leuco a mesocrático, de cor branco-acinzentada, granulação média a grosseira e porfiroblástico. A foliação marcada pelos agregados de biotita e anfibólio. Possui uma matriz composta por quartzo, feldspato e biotita que envolve porfiroblastos de feldspato esbranquiçados. Rocha de composição graníticogranodiorítica a tonalítica, com fácies metamórfica anfibolito alto.

Ortognaiss Muniz Freire (NP3y1lmf): Granitoides foliados a gnáissicos predominantemente metaluminosos, calcialcalinos, tipo I. O granito é a litologia predominante, com variações localizadas para granodiorito e tonalito, leuco a mesocrático, de tonalidade cinza-clara a cinza-escura, granulação média a grosseira, algumas vezes porfiroblásticas, apresentando foliação pouco desenvolvida proporcionada pela disposição planar da biotita e anfibólio.

Grupo Bom Jesus do Itabapoana – Unidade Bom Jesus do Itabapoana (NPbjign): A rocha dominante é o (ortopiroxênio)-granada-biotita gnaiss. Possui cor cinzenta a esverdeado e tem como característica marcante uma grande heterogeneidade estrutural e composicional, por ser uma rocha que, em geral, apresenta-se francamente migmatítica e ocorre associada a bandas e lentes de composições diversas: biotita gnaiss, sillimanita-granada-biotita gnaiss, anfibolito, rocha calcissilicática, gondito e olivina-diopsídio mármore.

Grupo Bom Jesus do Itabapoana – Unidade Bom Jesus do Itabapoana (NPbjignq): composição de Quartzito, quartzo-mica, xisto.

Província Mantiqueira – Complexo Juiz de Fora (PP2jfgl): Ortogranulitos de composição variada, incluindo rochas charnokíticas, charno-enderbíticas, enderbíticas, e rochas gabróicas

Província Mantiqueira – Complexo Serra do Valentim (PP2sva): composição de noritos, enderbitos, charnockitos e charno-enderbitos.

Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes (Q2a): sedimentos fluviais de deltas dominados por processos fluviais e aluvionares constituídos de areia e cascalho;

Unidade Lambari Frito (εγ5lsaangr): composição de granito.

Fazenda Bela Aurora (εδ5saandr): composição de diorito.

Laranjeiras (εδ5saangb): composição de gabro

Maciço Aracê (εδ5sadr): Composição de monzogranito. Fluxo ígneo marcado por

lineação magmática e por alinhamento de enclaves. É formado por litótipos contrastantes que variam de composição de diorito a sienogranito de granulação média. Granitos megaporfíricos e litótipos da granulação grossa estão ausentes neste plúton.

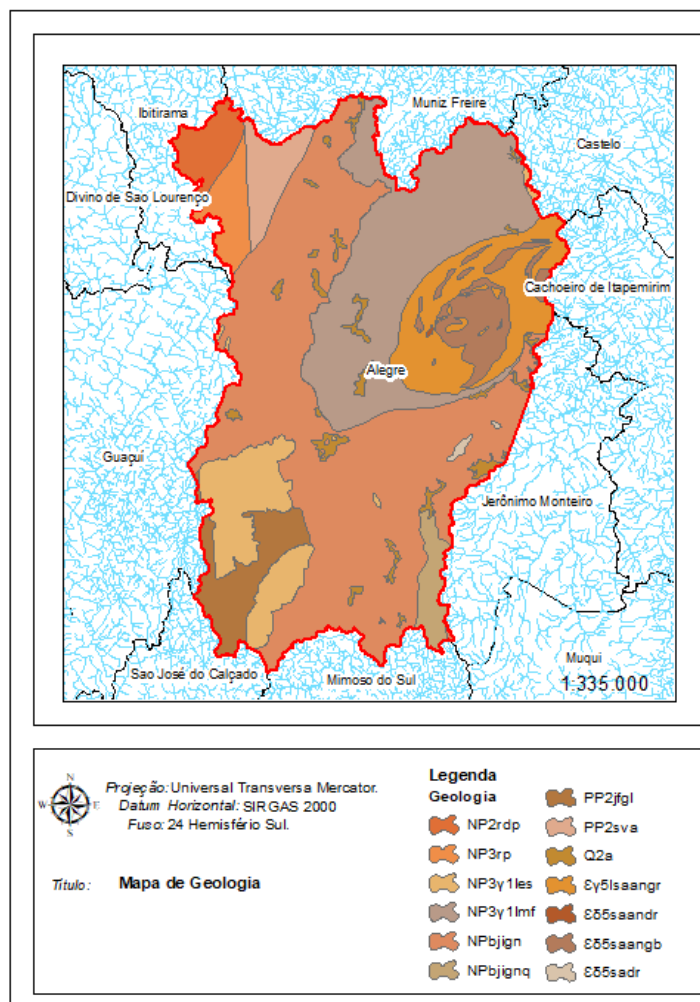


Figura 12 – Recorte do Mapa Geológico da região em estudo. CPRM (2004).

3.3.3.4 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

Em relação aos aspectos hidrogeológicos o sistema aquífero da região é composto por uma unidade fraturada, possui uma produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada, sendo que fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.



3.4 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

O presente estudo foi desenvolvido seguindo as diretrizes da Instrução de Serviço **IS-206 – Estudos Geotécnicos** do DNIT, de maneira a propiciar o conhecimento adequado dos materiais que compõem o subleito, bem como dos disponíveis nas imediações (solo, areia e brita) para serem empregados como insumos durante a execução da obra.

3.4.1 GENERALIDADES

Os Estudos Geotécnicos envolvem atividades que visam à interpretação dos resultados obtidos nos serviços geotécnicos, a definição de valores de parâmetros para cálculos e a aplicação de modelos representativos de problemas de obras geotécnicas, em implantação de vias e rodovias.

Os estudos geotécnicos devem ser desenvolvidos em harmonia com os estudos geológicos. Devem compor o elenco de obras geotécnicas:

- subleito para pavimentação;
- empréstimo de solo;
- fundação de OAE;
- fundação de OAC;
- aterro sobre solo mole;
- aterro em encosta íngreme;
- talude de corte;
- muro de arrimo;
- contenções de talude e encostas.

3.4.2 ESTUDO DAS CAMADAS DO PAVIMENTO EXISTENTE

3.4.2.1 PLANO DE SONDAGENS

Os furos de sondagem a trado do pavimento existente foram executados em intervalos máximos entre furos de acordo com a Tabela 13, alternando sua posição (lado esquerdo, eixo e lado direito) e profundidade de mínima de 1,50m abaixo do greide,

conforme o **Plano de Sondagens** submetido à aprovação da Fiscalização, respeitando as orientações dispostas no Termo de Referência, bem como as diretrizes técnicas estabelecidas pela Instrução IPR 726, IS-206 e ISF-207 do IPR/DNIT.

Tabela 13 – Quantidade mínima de furos em função da extensão da via.

Extensão da via	Quantidade de furos
< 120 m	1 (um) furo
120 a 200m	2 (dois) furos
200 a 300m	3 (três) furos
300 a 400m	4 (quatro) furos
> 400m	5 (cinco) furos

As amostras dos furos executados foram coletadas para a realização de ensaios de Caracterização Física (Análise granulométrica por peneiramento, limite de liquidez e limite de plasticidade) e Caracterização Mecânica (Compactação, expansão e determinação do ISC).

3.4.3 INVENTÁRIO FOTOGRÁFICO

Apresenta-se a seguir o inventário fotográfico dos furos de sondagem a trado realizados na Rua Antônio Lemos Barbosa, Alegre/ES.



ST-01



ST-02



ST-03



ST-04



ST-05

3.4.3.1 ENSAIOS LABORATORIAIS

As amostras dos furos executados foram coletadas para a realização de ensaios de Caracterização Física (Análise granulométrica por peneiramento, limite de liquidez e limite de plasticidade) e Caracterização Mecânica (Compactação, expansão e determinação do ISC).

O Boletim de Sondagem das Camadas de Pavimento está apresentado ao final deste capítulo.

Todas as amostras coletadas foram submetidas aos ensaios de Caracterização Física e de Caracterização Mecânica, a saber:

- **Caracterização Física:** Análise granulométrica por peneiramento (DNER-ME 080/94), Limite de Liquidez (DNER-ME 122/94) e Limite de Plasticidade (DNER-ME 082/94);
- **Caracterização Mecânica:** Compactação (DNER-ME 162/94), Expansão e Determinação do ISC (DNER-ME 049/94).



A partir dos resultados da Caracterização Física, de cada amostra, foi definido o Índice Grupo (IG) e a classificação TRB.

Observação: os ensaios de compactação foram executados com uso da energia equivalente à:

- Amostas do subleito: Proctor Normal (12 golpes);
- Amostas da camada de base: Proctor Modificado (55 golpes).

3.4.3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com os dados obtidos nos ensaios de laboratório foi calculado o ISC de projeto para o dimensionamento do pavimento. Desta forma foi aplicada a análise estatística para obtenção do valor mínimo provável, para a definição do ISC de projeto, de forma que fosse definido com segurança um valor adequado para o dimensionamento do pavimento. A análise estatística do subleito foi calculada através das equações apresentadas a seguir, conforme preconiza o Manual de Pavimentação do DNIT:

- **Equação 01: Média aritmética**

$$X_m = \frac{\sum X}{N}$$

- **Equação 02: Desvio Padrão**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - X_m)^2}{N - 1}}$$

- **Equação 03: Valor mínimo provável, estatisticamente**

$$X_{mín} = X_m - \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} - 0,68\sigma$$

- **Equação 04: Valor máximo provável, estatisticamente**

$$X_{máx} = X_m + \frac{1,29\sigma}{\sqrt{N}} + 0,68\sigma$$

Onde:

N = Número de amostras;

X = valor individual;

X_m = média aritmética;



σ = desvio padrão;

$X_{\min}$ = valor mínimo provável, estatisticamente;

$X_{\max}$ = valor máximo provável, estatisticamente.

Apresenta-se a seguir a análise estatística dos ensaios de subleito considerando as equações oficiais do Manual de Pavimentação do DNIT para o valor mínimo/máximo provável dos parâmetros em estudos, para os trechos estudados (Tabela 14).

Tabela 14 – Análise Estatística do Subleito

Parâmetro estatístico	Limites		Granulometria									Ensaio de Compactação 26 golpes				IG
	LL	IP	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10	# 40	# 200	Hót.	Dmax.	Exp.	ISC	
N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	9
$\bar{X}$	46,42	30,32	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	98,14	70,66	46,36	12,52	1,732	0,31	10,64	
σ	3,22	3,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	5,36	4,97	1,80	0,101	0,24	3,91	
$X_{\min}$	42,38	25,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	96,39	63,92	40,11	10,26	1,604	0,01	7,10	
$X_{\max}$	50,46	34,97	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	99,89	77,40	52,61	14,78	1,859	0,61	15,55	

3.4.3.3 ANÁLISE VISUAL

Com os dados obtidos nos ensaios de laboratório foi calculado o ISC de projeto para o dimensionamento do pavimento. Desta forma foram plotados os gráficos dos furos em relação ao CBR, para que dessa forma fosse possível realizar uma análise gráfica visual para a determinação de ISC de projeto.

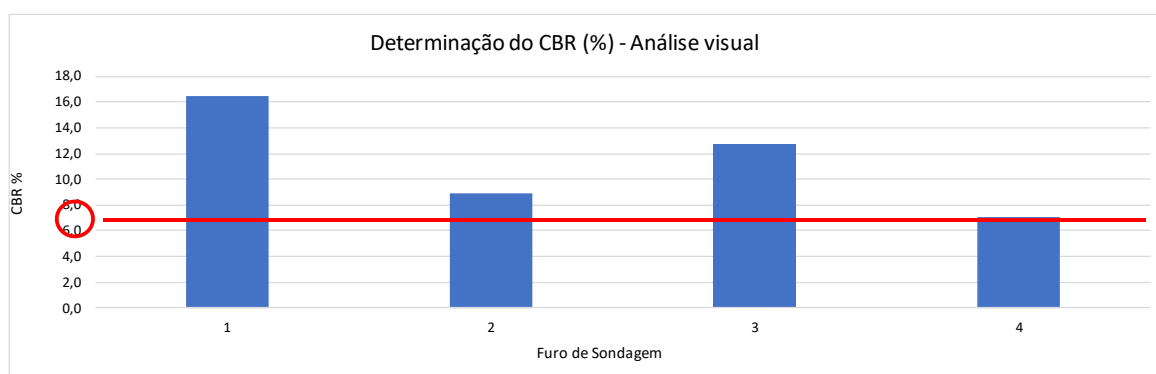


Figura 13 – Determinação ISC projeto pela análise gráfica

Portanto, para efeito de dimensionamento da estrutura do pavimento, foi adotado para ISC de projeto o valor de:

ISC de projeto = 7,10%



3.4.4 ESTUDO DE OCORRÊNCIAS DE MATERIAIS

A investigação geotécnica das ocorrências de materiais teve como objetivo cadastrar e caracterizar as possíveis fontes dos insumos necessários para a execução das obras de pavimentação, drenagem, terraplenagem, obras-de-arte especiais, etc.

3.4.4.1 PEDREIRA

No que tange aos estudos geotécnicos relativos aos materiais britados a serem empregados na obra, foi identificada a pedreira (P-01) comercial mais próxima, listada a seguir:

- P-01 – Pedreira;

Conforme o *linear de localização* apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, a pedreira P-01 localiza-se no município de Cachoeiro de Itapemirim, a 60,60 km da obra.

A pedreira é ocorrência comercial, ambientalmente licenciada para a exploração de agregado, e possui potencial técnico e capacidade operacional para o atendimento ao empreendimento.

3.4.4.2 AREAL

No decorrer das investigações de campo foi identificado areal passível de indicação como fornecedor de areia para as obras do empreendimento, a saber:

- A-01 – Areal;

Conforme o *linear de localização* apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, o areal A-01 localiza-se em Rive, município de Alegre, a 10,70 km da obra.

3.4.4.3 BOTA-FORA

Todo resíduo proveniente da obra e que venha a ser descartado serão realizados pela contratante.

Conforme o *linear de localização* apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**, o bota-fora BF-01 localiza-se no município de Alegre, a 3,70 km da obra.

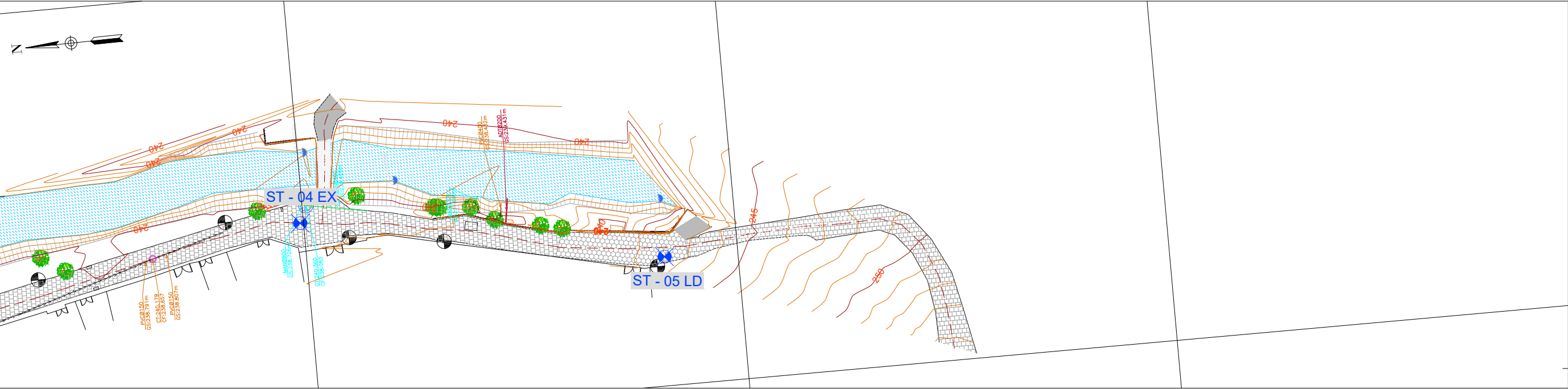
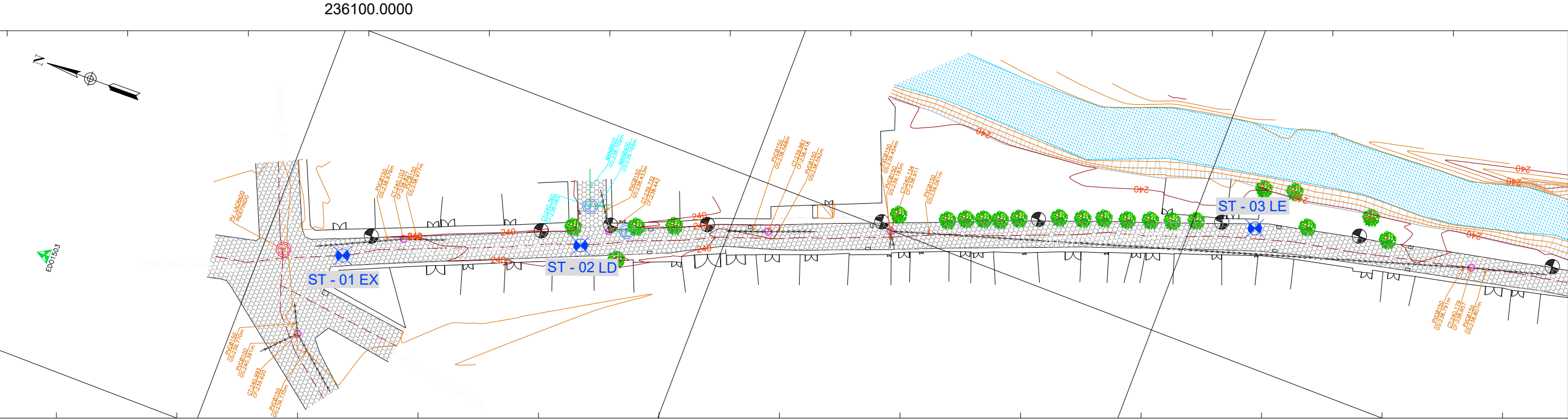


3.4.5 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir os resultados obtidos:

- Plano de Sondagem;
- Boletim de Sondagem;
- Resumo dos Ensaios.

No **Volume 02 – Projeto de Execução** será apresentado o Linear de Ocorrências de Materiais em formato A3 (ABNT).



FURO	COORDENADAS UTM		POSIÇÃO
	NORTE	ESTE	
ST-01	7.701.081,00	236.047,00	EX
ST-02	7.701.031,00	236.071,00	LD
ST-03	7.700.884,00	236.122,00	LE
ST-04	7.700.801,00	236.143,00	EX
ST-05	7.700.717	236.134	LD

	PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE				
	CONSULTORIA: AVANTEC SOLUÇÕES EM ENGENHARIA				
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA					
TÍTULO: ESTUDO GEOTÉCNICO - PLANO DE SONDAGEM					
LOCAL: RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA, BAIRRO SÃO MANOEL, ALEGRE/ES					
COORDENADOR:		CREA:	ESCALA:	FORMATO:	PRANCHA:
Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO		ES-018427/D	1/1000	A3	SON-01
AUTOR DO PROJETO:		CREA:	REVISÃO:	DATA:	
Engº Civil: THIAGO GOMES BONOMO		ES-018427/D	R.0	2025	

Estudo: Subleito

Município: Alegre/ES

[illegible]



ESTUDOS GEOTÉCNICOS

RESUMO DOS ENSAIOS

			PROJETO DE ENGENHARIA VIÁRIA				
FURO			ST-01	ST-02	ST-03	ST-04	ST-05
POSIÇÃO			EX	LD	LE	EX	LD
PROFUNDIDADE (m)			0,1 a 1,5	0,1 a 1,5	0,1 a 1,5	0,1 a 1,5	0,08 a 1,5
GRANULOMETRIA	PENEIRAS (%)	2"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		1 1/2"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		1"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		3/4"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		3/8"	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		Nº4	99,90	99,90	99,90	99,90	99,90
		Nº10	95,70	98,30	98,70	98,90	99,10
		Nº40	61,60	72,00	72,80	75,80	71,10
		Nº200	40,70	53,50	43,10	48,60	45,90
LIMITE LIQUIDEZ (%)			44,30	50,20	47,30	48,20	42,10
ÍNDICE DE PLASTICIDADE (%)			27,10	26,80	30,60	31,20	35,90
EQUIVALENTE DE AREIA			-	-	-	-	-
IG			3	10	4	6	2
CLASSIFICAÇÃO TRB			A - 7 - 6	A - 7 - 6	A - 7 - 5	A - 7 - 5	A - 5
COMPACTAÇÃO	LAB.	UMID. (%)	11,90	13,50	11,60	15,10	10,50
		DENS.(g/cm³)	1,836	1,739	1,820	1,597	1,666
	CAMPO	UMID. (%)	-	-	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	-
	% COMPACTAÇÃO		-	-	-	-	-
ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA	C.P.C. / 12 GOLPES	UMID. (%)	11,90	13,50	11,60	15,10	10,50
		DENS. (g/cm³)	1,836	1,739	1,820	1,597	1,666
		EXP.	0,04	0,19	0,22	0,64	0,46
		I.S.C.	16,50	8,90	12,70	7,10	8,00
	C.P.C. / 26 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	-
		EXP.	-	-	-	-	-
		I.S.C.	-	-	-	-	-
	C.P.C. / 55 GOLPES	UMID. (%)	-	-	-	-	-
		DENS. (g/cm³)	-	-	-	-	-
		EXP.	-	-	-	-	-
		I.S.C.	-	-	-	-	-
	EXP. FINAL		0,04	0,19	0,22	0,64	0,46
	I.S.C. FINAL		16,50	8,90	12,70	7,10	8,00
CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA			Argila Arenosa (Com pedregulho)	Argila Siltosa, Cor Marrom	Argila Arenosa, Cor Marrom	Argila Arenosa, Cor Vermelha	Argila Arenosa, Cor Vermelha



4 PROJETOS

Adiante, apresenta-se a metodologia completa adotada na elaboração dos projetos executivos:

- Projeto Geométrico;
- Projeto de Terraplenagem;
- Projeto de Drenagem;
- Projeto de Pavimentação;
- Projeto de Sinalização.
- Projeto de Interferências Urbanas.



4.1 PROJETO GEOMÉTRICO

O Projeto Geométrico tem por objetivo a definição geométrica do segmento em estudo em seus aspectos ligados ao comportamento horizontal, vertical longitudinal e vertical transversal. O projeto geométrico foi desenvolvido através das informações topográficas fornecidas. As definições do Projeto Geométrico constituem as informações básicas necessárias para o desenvolvimento dos demais projetos.

O Projeto Geométrico foi elaborado a partir dos seguintes itens:

- Critérios de projeto;
- Características planimétricas;
- Características altimétricas.

4.1.1 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Este item foi desenvolvido em estreita consonância com as seguintes disposições normativas:

- Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNIT (DNIT/IPR 706, 1999);
- Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT (DNIT/IPR 740, 2010);
- IS-208: Instrução de Serviço para Elaboração do Projeto Geométrico (DNIT/IPR 726, 2006);
- IS-234: Instrução de Serviço para Elaboração do Projeto Geométrico de Rodovias - Áreas Urbanas (DNIT/IPR 726, 2006).

4.1.2 CRITÉRIOS DE PROJETO

De maneira geral, as características técnicas de Projeto Geométrico referem-se aos projetos de vias urbanas, no que concerne à: largura de pista, concordância vertical e horizontal com vias existentes, abaulamento transversal, visando em todos os casos, a utilização da pista para o tráfego projetado.

A geometria foi desenvolvida considerando o traçado das vias existentes, buscando adequá-las às características técnicas necessárias para atendimento do tráfego



projetado, e, em todos os casos, atendendo às características geotécnicas e planialtimétricas da região.

4.1.3 CARACTERÍSTICAS PLANIMÉTRICAS

O projeto geométrico em planta constou do processamento eletrônico dos dados da topografia e lançamento do projeto em ambiente computacional. Esta rotina resultou nos seguintes elementos:

- Desenho da faixa de levantamento com curvas de nível espaçadas de 1,00 metro;
- Estaqueamento do eixo a cada 20,00m, com indicação dos pontos notáveis das curvas de concordância.

4.1.4 CARACTERÍSTICAS ALTIMÉTRICAS

A partir da geometria planimétrica definida e lançados os perfis topográficos da (s) via (s) de interesse, por meio do Autocad CIVIL 3D, fez-se a correção do greide vertical existente, visando as menores movimentações de terra possível.

As características altimétricas constam do desenho do perfil geométrico do terreno, onde são representados os seguintes elementos:

- Linha de greide de terraplenagem projetada;
- Anotação de rampas e contra-rampas;
- Elementos de concordância vertical.

4.1.5 SEÇÕES TRANSVERSAIS

As características transversais foram definidas a partir da geometria planimétrica e altimétricas das vias estudadas, de acordo com cada seguimento de pista, com as seguintes características:

- Pista de Rolamento: Largura de 2,25 a 3,00 m.
- Calçadas: Largura mínima de: 0,30m;
- Abaulamento transversal: 2% monodirecional a partir do eixo central da pista.



4.1.6 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Projeto Geométrico em formato A3 (ABNT).



4.2 PROJETO DE TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem foi desenvolvido tendo em vista os elementos fornecidos pelo Projeto Geométrico, bem como, o conhecimento das características geotécnicas dos solos que compõe a área de projeto, visando atendimento às prescrições técnicas do DNIT, de forma a assegurar perfeita execução, segurança, redução de custos, viabilização de manutenção e facilitação às possíveis modificações.

4.2.1 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

O projeto foi desenvolvido em estreita consonância com as seguintes disposições normativas:

- Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT (DNIT/ IPR 742, 2010);
- DNIT 104/2009-ES: Terraplenagem – Serviços preliminares;
- DNIT 105/2009-ES: Terraplenagem – Caminhos de serviço;
- DNIT 106/2009-ES: Terraplenagem – Cortes;
- DNIT 107/2009-ES: Terraplenagem – Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES: Terraplenagem – Aterros;
- DNIT IS-209: Projeto de Terraplenagem;
- DNIT IS-243: Projeto de Terraplenagem para Projeto Executivo de Engenharia de para Construção Rodovias Vicinais;
- ABNT NBR 5681/1980: Controle Tecnológico de Aterros em obras de Edificações;
- ABNT NBR 11.682/1991: Estabilidade de Taludes.

4.2.2 METODOLOGIA

O Projeto de Terraplenagem consistiu na definição das seções transversais tipo para todos os casos previstos no projeto geométrico. A partir das seções tipo, foram gabaritadas, através do Software AutoCad Civil 3D, todas as seções geradas por interpolação correspondentes às estacas definidas pelos eixos de referência do projeto, contendo as plataformas com suas variações de largura, inclinações transversais, taludes e offsets, quando necessário. Em suma, constou das seguintes



etapas:

- Gabaritagem e Otimização das Seções Transversais;
- Processamento dos Volumes;
- Fator de compensação (empolamento);
- Cálculo dos Volumes de Terraplenagem.

4.2.2.1 GABARITAGEM E OTIMIZAÇÃO DAS SEÇÕES

O volume de terraplenagem, estaca por estaca, em cortes e em aterros, foi calculado a partir do processamento do perfil longitudinal e vertical do terreno natural, do greide projetado e das cadernetas de seções transversais.

Ao desenho das seções efetivou-se a gabaritagem da plataforma de terraplanagem obedecendo as informações concernentes às seções transversais típicas, tais como superelevação e offsets.

4.2.2.2 PROCESSAMENTO DOS VOLUMES

Os volumes de terraplenagem foram gerados a partir das cotas do terreno natural e do pavimento acabado definido no Projeto de Geométrico. O processamento dos volumes foi efetuado após a gabaritagem das seções transversais, sendo obtido mediante aplicação do método da semissoma.

Vale ressaltar que para o caso de aterros, o volume cubado na terraplenagem corresponde a espessura do topo do terreno natural até a fibra inferior do pavimento projetado. O volume acima do aterro será quantificado, em outros materiais, junto a estrutura de pavimento.

4.2.2.3 FATOR DE COMPENSAÇÃO (EMPOLAMENTO)

A partir do cálculo dos volumes foi efetuado o cálculo da distribuição de materiais de todo o trecho. Na efetivação da compensação, foi inserido o fator de homogeneização (fator de empolamento), que correlaciona o peso específico aparente do material compactado com o peso específico aparente do material no seu estado natural. Os



valores utilizados, na ausência de estudos específicos, foram aqueles apresentados na Tabela 15 e Tabela 16.

Tabela 15 – Massas Específicas dos materiais, Solos e Agregados

Materiais	Massa Específica Natural (t/m3)	Massa Específica Solta (t/m3)	Massa Específica Compactada (t/m3)
Materiais de 1ª categoria	1,875	1,500	2,063
Materiais de 2ª categoria	2,085	1,500	2,085
Materiais de 3ª categoria	2,630	1,500	2,100
Solos	1,875	1,500	2,063
Brita	2,630	1,500	2,100
Areia	-	1,500	1,725

Tabela 16 – Massas Específicas referenciais das misturas de materiais

Misturas	Massa Específica Compactada (t/m3)
Areia-asfalto	1,980
Solo-areia	2,063
Solo-brita	2,063
Solo-cimento	2,063
Solo melhorado com cimento	2,063
Solo melhorado com escória de forno	2,063
Brita graduada	2,200
Macadame seco	2,100
Macadame hidráulico	2,100
Concreto asfáltico usinado a quente	2,400
Concreto asfáltico pré-misturado a frio	2,300
Micro-revestimento a frio	2,300
Tratamentos superficiais	2,300
Concreto de cimento Portland	2,400
Concreto armado	2,500
Argamassa de cimento e areia	2,100
Nata de cimento	1,900
Cimento	1,400
Filler cal	0,500
Filler cimento	1,400
Filler escória de alto forno	1,500

Fonte: Sistema de Custos de Obras e Serviços e Engenharia - SCO



4.2.3 RESULTADOS

4.2.3.1 VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

A Tabela 17 apresenta o resumo da cubação dos volumes de terraplenagem, enquanto que no final do capítulo, apresenta-se a folha de cubação detalhando os volumes de corte e aterro estaca a estaca para cada via projetada.

Tabela 17 – Resumo dos volumes de terraplenagem

Ruas	Volume (m³)	
	Escavação e carga	Compactação de aterro 100% PN
Ramo 0 - Rua Antônio Lemos Barbosa	1.387,40	55,10
Total	1.387,40	55,10

4.2.3.2 NOTA DE SERVIÇO

A Nota de Serviço do Greide de Terraplenagem está apresentada no final do capítulo, com indicação das cotas de projeto e terreno natural, larguras de pista em relação ao eixo, inclinações transversais, taludes e offsets.

4.2.4 CADERNETA DE LOCAÇÃO DO EIXO

Apresenta-se a seguir, juntamente com a Nota de Serviço, a Caderneta de Locação do Eixo projetado estaqueado e com indicação de pontos notáveis da geometria.

4.2.5 APRESENTAÇÃO

Apresentam-se a seguir a Folhas de Cubação e a Nota de Serviço do Greide de Terraplenagem. No **Volume 02 – Projeto de Execução**, apresenta-se o Projeto de Terraplenagem em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
CÁLCULO DE VOLUMES - FOLHA DE CUBAÇÃO
RAMO 0 - RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA

Estaca	Áreas (m²)		Semi-distância (m)	Volume Parcial (m³)		Volume Acumulado (m³)		Volume Líquido (m³)
	Corte	Aterro		Corte	Aterro	Corte	Aterro	
0+0,000	2,26	0,16	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1+0,000	2,50	0,01	10,00	47,60	1,70	47,60	1,70	45,90
2+0,000	3,58	0,00	10,00	60,80	0,10	108,40	1,80	106,60
3+0,000	3,07	0,00	10,00	66,50	0,00	174,90	1,80	173,10
4+0,000	2,64	0,00	10,00	57,10	0,00	232,00	1,80	230,20
5+0,000	5,05	0,00	10,00	76,90	0,00	308,90	1,80	307,10
6+0,000	4,74	0,14	10,00	97,90	1,40	406,80	3,20	403,60
7+0,000	4,17	0,02	10,00	89,10	1,60	495,90	4,80	491,10
8+0,000	3,64	0,00	10,00	78,10	0,20	574,00	5,00	569,00
9+0,000	3,27	0,01	10,00	69,10	0,10	643,10	5,10	638,00
10+0,000	2,64	0,17	10,00	59,10	1,80	702,20	6,90	695,30
11+0,000	3,44	0,00	10,00	60,80	1,70	763,00	8,60	754,40
12+0,000	2,63	0,04	10,00	60,70	0,40	823,70	9,00	814,70
13+0,000	2,26	0,19	10,00	48,90	2,30	872,60	11,30	861,30
14+0,000	1,99	0,15	10,00	42,50	3,40	915,10	14,70	900,40
15+0,000	1,79	0,09	10,00	37,80	2,40	952,90	17,10	935,80
16+0,000	2,33	0,27	10,00	41,20	3,60	994,10	20,70	973,40
17+0,000	2,38	0,02	10,00	47,10	2,90	1.041,20	23,60	1.017,60
18+0,000	2,99	0,35	10,00	53,70	3,70	1.094,90	27,30	1.067,60
19+0,000	2,63	0,09	10,00	56,20	4,40	1.151,10	31,70	1.119,40
20+0,000	2,60	0,08	10,00	52,30	1,70	1.203,40	33,40	1.170,00
21+0,000	3,20	0,00	10,00	58,00	0,80	1.261,40	34,20	1.227,20
22+0,000	3,07	0,00	10,00	62,70	0,00	1.324,10	34,20	1.289,90
23+0,000	0,21	1,03	10,00	32,80	10,30	1.356,90	44,50	1.312,40
24+0,000	2,84	0,03	10,00	30,50	10,60	1.387,40	55,10	1.332,30



PROJETO DE TERRAPLENAGEM
NOTA DE SERVIÇO DO GREIDE DE TERRAPLENAGEM
RAMO 0 - RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA



Lado Esquerdo						Eixo						Lado Direito					
Calçada			Pista Rolamento			Estaca	Coordenadas		Cota Projeto	Cota Terreno	Cota Vermelha	Pista Rolamento			Calçada		
Afast (m)	Cota (m)	Inclín (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclín (%)		X	Y				Afast (m)	Cota (m)	Inclín (%)	Afast (m)	Cota (m)	Inclín (%)
-5.346	241.052	1,000	-3,000	240.660	-2,000	0+0,000	7.701.095,04	236.044,29	240,720	241,100	-0,380	3,000	240,780	2,000	4,414	241,163	1,000
-5.225	240,211	1,000	-3,000	239,820	-2,000	1+0,000	7.701.076,64	236.052,11	239,880	240,249	-0,369	3,000	239,940	2,000	4,045	240,319	1,000
-5.099	239,834	1,000	-3,000	239,444	-2,000	2+0,000	7.701.058,23	236.059,94	239,504	240,020	-0,516	3,000	239,564	2,000	3,915	239,942	1,000
-4.921	239,764	1,000	-3,000	239,376	-2,000	3+0,000	7.701.039,83	236.067,77	239,436	239,888	-0,452	3,000	239,496	2,000	3,874	239,874	1,000
-4.362	239,704	1,000	-3,000	239,321	-2,000	4+0,000	7.701.021,42	236.075,59	239,381	239,781	-0,400	3,000	239,441	2,000	4,348	239,823	1,000
-4.549	239,709	1,000	-3,000	239,325	-2,000	5+0,000	7.701.003,01	236.083,42	239,385	239,973	-0,588	3,000	239,445	2,000	3,641	239,820	1,000
-4.200	239,777	1,000	-3,000	239,396	-2,000	6+0,000	7.700.984,43	236.090,81	239,456	240,075	-0,619	3,000	239,516	2,000	4,053	239,895	1,000
-4.200	239,906	1,000	-3,000	239,526	-2,000	7+0,000	7.700.965,73	236.097,91	239,586	240,199	-0,613	3,000	239,646	2,000	3,960	240,024	1,000
-4.200	240,045	1,000	-3,000	239,664	-2,000	8+0,000	7.700.947,03	236.105,00	239,724	240,257	-0,533	3,000	239,784	2,000	3,309	240,156	1,000
-4.200	240,181	1,000	-3,000	239,801	-2,000	9+0,000	7.700.928,34	236.112,09	239,861	240,348	-0,487	3,000	239,921	2,000	3,289	240,292	1,000
-4.200	240,262	1,000	-3,000	239,881	-2,000	10+0,000	7.700.909,64	236.119,19	239,941	240,396	-0,455	3,000	240,001	2,000	3,538	240,375	1,000
-4.200	240,257	1,000	-3,000	239,876	-2,000	11+0,000	7.700.890,93	236.126,27	239,936	240,433	-0,497	3,000	239,996	2,000	3,877	240,374	1,000
-4.163	240,197	1,000	-2,963	239,816	-2,000	12+0,000	7.700.871,63	236.131,44	239,875	240,232	-0,357	2,964	239,935	2,000	3,458	240,308	1,000
-3.992	240,142	1,000	-2,792	239,762	-2,000	13+0,000	7.700.852,14	236.135,95	239,817	240,198	-0,381	2,793	239,873	2,000	3,529	240,249	1,000
-3.821	240,192	1,000	-2,621	239,811	-2,000	14+0,000	7.700.832,66	236.140,46	239,864	240,228	-0,364	2,621	239,916	2,000	3,558	240,294	1,000
-3.700	240,382	1,000	-2,500	240,001	-2,000	15+0,000	7.700.813,12	236.144,72	240,051	240,396	-0,345	2,500	240,101	2,000	3,296	240,478	1,000
-6.030	240,633	1,000	-2,500	240,229	-2,000	16+0,000	7.700.793,19	236.144,74	240,279	240,709	-0,430	2,500	240,329	2,000	3,700	240,709	1,000
-3.484	240,841	1,000	-2,283	240,461	-2,000	17+0,000	7.700.773,44	236.141,61	240,506	240,950	-0,444	2,283	240,552	2,000	2,708	240,925	1,000
-3.336	241,078	1,000	-1,955	240,695	-2,000	18+0,000	7.700.753,87	236.137,51	240,734	241,309	-0,575	2,250	240,779	2,000	2,691	241,152	1,000
-4.261	241,394	1,000	-2,011	241,001	-2,000	19+0,000	7.700.734,35	236.133,16	241,041	241,554	-0,513	2,258	241,086	2,000	2,666	241,459	1,000
-4.600	242,502	1,000	-2,289	242,116	-2,000	20+0,000	7.700.714,45	236.131,49	242,161	242,697	-0,536	2,200	242,205	2,000	3,423	242,587	1,000
-2.377	244,632	1,000	-1,151	244,251	-2,000	21+0,000	7.700.694,58	236.133,63	244,274	245,073	-0,799	1,545	244,305	2,000	0,000	-0,160	1,000
-3.921	247,526	1,000	-2,716	247,145	-2,000	22+0,000	7.700.674,58	236.133,82	247,199	247,630	-0,431	2,817	247,255	2,000	0,000	-0,160	1,000
-4.200	250,525	1,000	-3,000	250,144	-2,000	23+0,000	7.700.656,75	236.127,04	250,204	250,249	-0,045	2,996	250,264	2,000	4,200	250,645	1,000
-4.200	253,529	1,000	-3,000	253,149	-2,000	24+0,000	7.700.652,04	236.107,86	253,209	253,665	-0,456	3,000	253,269	2,000	4,200	253,649	1,000

**LOCAÇÃO DO EIXO - RAMO 0****RUA ANTÔNIO LEMOS, ALEGRE / ES**

Estaca	Pontos Notáveis	Norte	Este
0+0,000		7.701.095,04	236.044,29
1+0,000		7.701.076,64	236.052,11
2+0,000		7.701.058,23	236.059,94
3+0,000		7.701.039,83	236.067,77
4+0,000		7.701.021,42	236.075,59
4+18,269	PC	7.701.004,61	236.082,74
5+0,000		7.701.003,01	236.083,42
5+18,017	PT	7.700.986,29	236.090,11
6+0,000		7.700.984,43	236.090,81
7+0,000		7.700.965,73	236.097,91
8+0,000		7.700.947,03	236.105,00
9+0,000		7.700.928,34	236.112,09
10+0,000		7.700.909,64	236.119,19
10+18,369	PC	7.700.892,46	236.125,70
11+0,000		7.700.890,93	236.126,27
11+11,749	PT	7.700.879,67	236.129,58
12+0,000		7.700.871,63	236.131,44
13+0,000		7.700.852,14	236.135,95
14+0,000		7.700.832,66	236.140,46
14+14,138	PC	7.700.818,88	236.143,64
15+0,000		7.700.813,12	236.144,72
16+0,000		7.700.793,19	236.144,74
16+1,075	PT	7.700.792,13	236.144,58
17+0,000		7.700.773,44	236.141,61
17+1,725	PC	7.700.771,73	236.141,34
17+8,279	PT	7.700.765,30	236.140,10
18+0,000		7.700.753,87	236.137,51
18+16,064	PC	7.700.738,20	236.133,95
19+0,000		7.700.734,35	236.133,16
20+0,000		7.700.714,45	236.131,49
20+3,959	PT	7.700.710,49	236.131,64
20+16,938	PC	7.700.697,62	236.133,32
21+0,000		7.700.694,58	236.133,63
21+3,247	PT	7.700.691,33	236.133,75
22+0,000		7.700.674,58	236.133,82
22+3,265	PC	7.700.671,32	236.133,83
23+0,000		7.700.656,75	236.127,04
23+8,699	PT	7.700.653,51	236.119,07
24+0,000		7.700.652,04	236.107,86

LOCAÇÃO DO EIXO - RAMO 0			
RUA ANTÔNIO LEMOS, ALEGRE / ES			
Estaca	Pontos Notáveis	Norte	Este
24+3,501		7.700.651,58	236.104,39



4.3 PROJETO DE DRENAGEM

O Projeto de Drenagem tem por objetivo proteger as vias em estudo, das águas que, de algum modo, possam prejudicá-las ou, com elas interferirem. Com esse intuito, foi desenvolvido um projeto de escoamento de águas visando à captação, condução e desague em local seguro, das águas precipitadas diretamente sobre as vias.

Os escoamentos superficiais podem ocorrer em dois tipos de regime: permanente ou não-permanente. A nível de projeto, o escoamento permanente é o adotado com vazões máximas previstas para um determinado sistema hidráulico.

A Drenagem de vias urbanas é realizada em dois tipos de sistema, sendo o sistema inicial denominado de microdrenagem e composto por pavimento das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e canais de pequenas dimensões ($\varnothing < 1,50\text{m}$). São dimensionados para escoar vazões relativamente pequenas. O segundo sistema de drenagem, denominado de macrodrenagem, é constituído por canais naturais ou artificiais, sejam abertos ou fechados, de maiores dimensões. O bom funcionamento desses sistemas auxiliam na prevenção e minimização de danos às propriedades, à saúde provocadas por doenças de veiculação hídrica, entre outros.

No contexto urbano, a drenagem é necessária para criar condições de circulação de veículos e pedestres, por ocasião de ocorrência de chuvas frequentes, como também evitar danos às propriedades e riscos de perdas humanas por ocasião de temporais mais fortes (FUNASA, 2018).

4.3.1 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

- Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (DNIT/ IPR 724, 2006);
- IS-210: Instrução de Serviço para elaboração de Projeto de Drenagem (DNIT/IPR 726, 2006).
- ABNT NBR 17015:2022 – Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis
- ABNT NBR 15396:2018 – Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas – Requisitos e métodos de ensaios



- ABNT NBR 8890:2018 – Tubo de concreto de seção circular para água pluvial e esgoto sanitário - Requisitos e métodos de ensaios

4.3.2 CONCEPÇÃO

A Contratada elaborou os Estudos Hidrológicos com a finalidade de realizar o dimensionamento das redes a implantar, bem como o redimensionamento da drenagem existente e, dessa forma, indicar a sua possível substituição, quando for o caso.

A elaboração do projeto de drenagem consistiu das seguintes etapas básicas:

- a) Análise da topografia local para delimitação das áreas de contribuição, identificação dos caimentos e direcionamentos das águas pluviais, bem como, das estruturas ou corpos receptores;
- b) Posicionamento dos dispositivos de drenagem, conforme necessidade;
- c) Dimensionamento hidráulico da rede.

O Presente Projeto de Drenagem de águas pluviais é composto dos seguintes dispositivos:

- Caixas-ralo (CR, tipo 1);
- Poços de visita;
- Tubo PEAD;
- Boca de concreto para bueiro tubular.

4.3.3 METODOLOGIA

De maneira geral, buscou-se adotar as premissas básicas do roteiro metodológico do Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (DNIT/ IPR 724, 2006), no que concerne à Drenagem de Travessias Urbanas, conforme segue:

4.3.3.1 POSICIONAMENTO DOS POÇOS DE VISITA (PV) E CAIXAS COLETORAS

Os Poços de Visita (PV) foram inseridos na rede com espaçamento máximo de 60m e sempre que houve necessidade de mudanças na direção da rede, declividade ou



dimensão da galeria ou na confluência de redes.

4.3.3.2 VAZÕES A ESCOAR PARA A JUSANTE

O deflúvio a ser escoado para jusante é determinado por meio do divisor de águas de cada bacia que contribua diretamente para a seção de interesse. Esta área irá escoar a água de chuva diretamente para as estruturas coletoras.

4.3.3.2.1 Tempo de Retorno (TR)

Para os sistemas de microdrenagem, empregou-se tempo de retorno de 10 anos.

4.3.3.2.2 Bacia de Contribuição

Devido a ausência de talvegues na área de projeto, para a determinação das áreas de contribuição, foi realizada a divisão de cada bacia em outras áreas menores que contribuem nos diversos poços de visita. O resultado da divisão dessas áreas está indicado em hectares (ha) e encontra-se apresentado em planta.

4.3.3.2.3 Coeficiente de Impermeabilidade (c)

O coeficiente de impermeabilidade em função da área de interesse por meio do cruzamento de informações de uso e ocupação do solo e de tipo de solo conforme valores tabelados e apresentados nos estudos hidrológicos.

4.3.3.2.4 Coeficiente de distribuição (C_d)

Conforme Manual de Drenagem do DNIT, o coeficiente de distribuição (n) ou abatimento pode ser aplicado como segue:

- $n = 1$, se $A < 1$ ha;
- $n = A^{-0,15}$, se $A > 1$ ha.

4.3.3.2.5 Tempo de concentração



O tempo de concentração (t_c) para drenagem de sistemas de microdrenagem foi determinado a partir da equação:

$$t_c = t_p + t_e$$

Onde:

t_p = tempo de percurso – tempo de escoamento dentro da galeria ou canal;

t_e = tempo de entrada – tempo gasto pelas chuvas caídas nos pontos mais distantes da bacia para atingirem o primeiro ralo ou seção considerada.

O tempo de entrada t_e pode ser calculado pelas formulações de tempo de concentração descrita nos estudos hidrológicos, sendo que o tempo de entrada mínimo adotado em sistemas urbanos foi de $t_e = 10$ minutos.

4.3.3.2.6 Intensidade pluviométrica

A intensidade pluviométrica em mm/h foi determinada a partir da Equação de Chuvas Intensas, conforme apresentado no capítulo de estudos hidrológicos.

4.3.3.2.7 Coeficiente de Deflúvio (C_e)

O coeficiente de deflúvio poderá ser obtido conforme critério de Fantoli pela fórmula:

$$f = m. (i. t_c)^{1/3}$$

Onde:

- $m = 0,0725 \times c$ (coeficiente de impermeabilidade),
- i = intensidade pluviométrica
- t_c = tempo de concentração (t).

4.3.3.2.8 Vazão a escoar

As vazões a escoar em l/s, podem ser obtidas através do método racional que segue:

$$Q = 2,78. A. C_d. i. C_e$$

Sendo:

- Q = Vazão de escoamento superficial (l/s);
- A = Área de contribuição (ha);



- i = Intensidade pluviométrica (mm/h);
- C_d = Coeficiente de distribuição;
- C_e = Coeficiente de deflúvio;

Nas galerias de jusante as vazões parciais são somadas cumulativamente às de montante.

4.3.3.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DA REDE

4.3.3.3.1 Declividade

As declividades mínima e máxima de rede foram estabelecidas de forma a atender os critérios de velocidade mínima de 1,47 m/s e máxima de 7,00 m/s (tubos de PEAD).

4.3.3.3.2 Diâmetro e Recobrimento

O diâmetro mínimo empregado na rede de drenagem foi de 0,60m e para os ramais, Ø 0,40. O recobrimento mínimo adotado foi da espessura do pavimento + 15 cm acima da geratriz superior do tubo, para redes em Tubo PEAD.

4.3.3.3.3 Tirante hidráulico normal

O Tirante hidráulico normal (y/D) da seção pode ser obtido por meio de valores tabelados e disponibilizados na literatura e no Manual de Drenagem do DNIT.

No presente projeto, considerou-se tirante mínimo de 20% e máximo de 85% do diâmetro do coletor circular.

4.3.3.3.4 Tirante hidráulico crítico

O tirante crítico (y_c) define o regime de escoamento, conforme segue:

- $y_c > y$ o regime é supercrítico;
- $y_c = y$ o regime é crítico;
- $y_c < y$ o regime é subcrítico.

Pode ser obtido pela expressão:



$$\frac{y_c}{D} = \frac{Q}{\sqrt{g} \cdot D^{5/2}}$$

Onde:

- y_c = tirante crítico;
- Q = vazão (m³/s);
- D = diâmetro do tubo (m);

4.3.3.3.5 Velocidade

A velocidade pode ser calculada por meio da equação da continuidade e de Manning, conforme segue:

$$v = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{\eta}$$

Sendo:

- v = velocidade (m/s);
- R_h = raio hidráulico (m);
- i = declividade da rede (m/m);
- η = coeficiente de rugosidade de Manning

Os coeficientes de rugosidade de Manning adotados foram os apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Coeficientes de rugosidade de Manning (η)

Tipo de conduto	Mínimo	Máximo	Valor usual
Alvenaria de Tijolos	0,014	0,017	0,015
Tubos de concreto armado	0,011	0,015	0,013
Galeria celular de concreto – pré-moldada	0,012	0,014	0,013
Galeria celular de concreto – forma de madeira	0,015	0,017	0,015
Galeria celular de concreto – forma metálica	0,012	0,014	0,013
Tubos de ferro fundido	0,011	0,015	0,011
Tubos de aço	0,009	0,011	0,011
Tubos corrugados de metal			
68x13mm	0,019	0,021	0,021
76x25mm	0,021	0,025	0,025
152x51mm	0,024	0,028	0,028
Tubos corrugados polietileno	0,018	0,025	0,025
Tubos de PVC	0,009	0,011	0,011
Tubos de PEAD	0,009	0,0012	0,010



4.3.4 RESULTADOS

Apresenta-se a seguir o dimensionamento hidráulico da rede de drenagem de águas pluviais.

4.3.5 APRESENTAÇÃO

No **Volume 02 – Projeto de Execução** apresenta-se o Projeto de Drenagem (planta, perfil e projetos tipo) em formato A3 (ABNT).

						DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DA RUA ANTONIO LEMOS BARBOSA, ALEGRE/ES DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DRENAGEM URBANA REDE A IMPLANTAR PV-01 A PV-EXISTENTE										EST. PLUV.: 2041003 K 15,708 b 11,382 TR: 10 a 0,156 c 0,751 η = 0,010							
POÇOS DE VISITA - PV						DEFLÚVIO A ESCOAR PARA JUSANTE										GALERIA DE JUSANTE							
LOCAÇÃO		COTAS (m)				BACIA LOCAL		CONTRIBUIÇÃO PARCIAL						VAZÃO TOTAL A ESCOAR (L/s)			DECLIVIDADE 1º = Terreno 2º = Rede (m/m)	DIMENSÕES Ø (m)	TIRANTE		VELOCI- DADE (m/s)	COMPRI- MENTO (m)	TEMPO PERCURS O (min.)
Nº	Logradouro	TOPO	FUNDO	PROF.	NÍVEL D'ÁGUA	ÁREA (ha)	COEF. IMPERM. C	ÁREA TOTAL (ha)	COEF. DISTR. Cd	TEMPO CONC. (min)	INT. PLUV. (mm/h)	COEF. DEFL. Ce	VAZÃO PARCIAL (l/s)	REDE SIMPLES	REDE DUPLA	REDE TRIPLA			NORMAL % (m)	CRÍTICO % (m)			
PV-01	Rua Antônio Lemos 0 + 7,00	240,78	239,14	1,64	239,21	0,14	0,80	0,14	1,00	10,00	135,33	0,64	32,7	32,7			0,0290 0,0180	0,60	11% 0,066	23% 0,138	1,93	30,00	0,26
PV-02	Rua Antônio Lemos 1 + 17,00	239,91	238,60 238,60	1,31	238,74	0,21	0,80	0,34	1,00	10,26	134,11	0,65	49,8	82,5			0,0037 0,0060	0,60	24% 0,144	31% 0,186	1,58	35,00	0,37
PV-03	Rua Antônio Lemos 3 + 12,00	239,78	238,39 238,39	1,39	238,70	0,16	0,80	0,50	1,00	10,63	132,41	0,65	37,6	303,1			-0,0025 0,0050	0,60	52% 0,312	61% 0,366	2,04	8,00	0,07
PV EXISTENTE	Rua Antônio Lemos	239,80																					

 Soluções em Engenharia						DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DA RUA ANTONIO LEMOS BARBOSA, ALEGRE/ES DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DRENAGEM URBANA REDE A IMPLANTAR PV-06 A PV-03										EST. PLUV.: 2041003 K 15,708 b 11,382 TR: 10 a 0,156 c 0,751 η = 0,010							
POÇOS DE VISITA - PV						DEFLÚVIO A ESCOAR PARA JUSANTE										GALERIA DE JUSANTE							
LOCAÇÃO		COTAS (m)				BACIA LOCAL		CONTRIBUIÇÃO PARCIAL						VAZÃO TOTAL A ESCOAR (L/s)			DECLIVIDADE 1º = Terreno 2º = Rede (m/m)	DIMENSÕES Ø (m)	TIRANTE		VELOCIDADE (m/s)	COMPRI-MENTO (m)	TEMPO PERCURSO (min.)
Nº	Logradouro	TOPO	FUNDO	PROF.	NÍVEL D'ÁGUA	ÁREA (ha)	COEF. IMPERM. C	ÁREA TOTAL (ha)	COEF. DISTR. Cd	TEMPO CONC. (min)	INT. PLUV. (mm/h)	COEF. DEFL. Ce	VAZÃO PARCIAL (l/s)	REDE SIMPLES	REDE DUPLA	REDE TRIPLA			NORMAL % (m)	CRÍTICO % (m)			
PV-06	Rua Antônio Lemos 8 + 1,00	240,11	238,84	1,27	238,97	0,30	0,80	0,30	1,00	10,00	135,33	0,64	71,3	71,3			0,0067 0,0080	0,60	21% 0,126	29% 0,174	1,65	30,00	0,30
PV-05	Rua Antônio Lemos 6 + 12,00	239,91	238,60 238,60	1,31	238,79	0,15	0,80	0,45	1,00	10,30	133,92	0,65	36,8	108,1			0,0035 0,0040	0,60	31% 0,186	35% 0,210	1,45	43,00	0,49
PV-04	Rua Antônio Lemos 4 + 9,00	239,76	238,43 238,43	1,33	238,70	0,31	0,80	0,76	1,00	10,79	131,70	0,65	74,9	183,0			-0,0024 0,0030	0,60	45% 0,270	46% 0,276	1,48	17,00	0,19
PV-03	Rua Antônio Lemos 3 + 12,00	239,78																					

 avantec Soluções em Engenharia						DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DA RUA ANTONIO LEMOS BARBOSA, ALEGRE/ES DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DRENAGEM URBANA REDE A IMPLANTAR PV-07 A BOCA-01										EST. PLUV.: 2041003 K 15,708 b 11,382 TR: 10 a 0,156 c 0,751 η = 0,010							
POÇOS DE VISITA - PV						DEFLÚVIO A ESCOAR PARA JUSANTE										GALERIA DE JUSANTE							
LOCAÇÃO		COTAS (m)				BACIA LOCAL		CONTRIBUIÇÃO PARCIAL						VAZÃO TOTAL A ESCOAR (L/s)			DECLIVIDADE 1º = Terreno 2º = Rede (m/m)	DIMENSÕES Ø (m)	TIRANTE		VELOCI- DADE (m/s)	COMPRI- MENTO (m)	TEMPO PERCURS O (min.)
Nº	Logradouro	TOPO	FUNDO	PROF.	NÍVEL D'ÁGUA	ÁREA (ha)	COEF. IMPERM. C	ÁREA TOTAL (ha)	COEF. DISTR. Cd	TEMPO CONC. (min)	INT. PLUV. (mm/h)	COEF. DEFL. Ce	VAZÃO PARCIAL (l/s)	REDE SIMPLES	REDE DUPLA	REDE TRIPLA			NORMAL % (m)	CRÍTICO % (m)			
PV-07	Rua Antônio Lemos 13 + 4,00	240,20	238,83	1,37	239,06	0,73	0,80	0,73	1,00	10,00	135,33	0,64	175,8	175,8			0,0633 0,0050	0,60	38% 0,228	45% 0,270	1,78	9,00	0,08
BOCA-01	Rua Antônio Lemos	239,63																					

  avantec Soluções em Engenharia						DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DA RUA ANTONIO LEMOS BARBOSA, ALEGRE/ES DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE DRENAGEM URBANA REDE A IMPLANTAR PV-10 A PV-EXISTENTE												EST. PLUV.: 2041003 K 15,708 b 11,382 TR: 10 a 0,156 c 0,751 η = 0,010					
POÇOS DE VISITA - PV						DEFLÚVIO A ESCOAR PARA JUSANTE												GALERIA DE JUSANTE					
LOCAÇÃO		COTAS (m)				BACIA LOCAL		CONTRIBUIÇÃO PARCIAL						VAZÃO TOTAL A ESCOAR (L/s)			DECLIVIDADE 1º = Terreno 2º = Rede (m/m)	DIMENSÕES Ø (m)	TIRANTE		VELOCIDADE (m/s)	COMPRI-MENTO (m)	TEMPO PERCURSO (min.)
Nº	Logradouro	TOPO	FUNDO	PROF.	NÍVEL D'ÁGUA	ÁREA (ha)	COEF. IMPERM. C	ÁREA TOTAL (ha)	COEF. DISTR. Cd	TEMPO CONC. (min)	INT. PLUV. (mm/h)	COEF. DEFL. Ce	VAZÃO PARCIAL (l/s)	REDE SIMPLES	REDE DUPLA	REDE TRIPLA			NORMAL % (m)	CRÍTICO % (m)			
PV-10	Rua Antônio Lemos 19 + 13,00	242,03	240,24	1,79	240,44	0,94	0,80	0,94	1,00	10,00	135,33	0,64	227,9	227,9			0,0222 0,0120	0,60	34% 0,204	52% 0,312	2,69	50,00	0,31
PV-09	Rua Antônio Lemos 17 + 3,00	240,92	239,64	1,28	239,89	0,43	0,80	1,38	0,95	10,31	133,88	0,65	98,9	326,8			0,0116 0,0120	0,60	42% 0,252	63% 0,378	2,90	25,00	0,14
PV-08	Rua Antônio Lemos 15 + 18,00	240,63	239,34	1,29	239,69	0,18	0,80	1,56	0,94	10,45	133,23	0,65	40,9	367,7			40,1050 0,0050	0,60	58% 0,348	67% 0,402	2,16	6,00	0,05
PV-EXISTENTE	Rua Antônio Lemos	240,70																					



4.4 PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

4.4.1 INTRODUÇÃO

A avaliação das condições atuais e futuras da estrutura que compõem o pavimento no segmento em estudo foi realizada a partir de elementos de tráfego, geotecnia e resposta da superestrutura às solicitações oriundas do tráfego, de forma a garantir informações suficientes para a caracterização dos problemas e das possíveis soluções.

4.4.2 PARÂMETROS DE PROJETO

4.4.2.1 NÚMERO N (TRÁFEGO ATUANTE)

Tendo em vista a implantação de uma estrutura de pavimento, faz-se necessário a caracterização e determinação do tráfego existente na região com o objetivo de subsidiar o dimensionamento do Projeto de Pavimentação.

Com base na Instrução de Projeto de Pavimentação 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo em conjunto de visitas a campo, torna-se possível caracterizar o tráfego das vias constituintes do projeto de pavimentação do município de Alegre/ES em função dos veículos que a utilizam, como:

Tráfego Leve – Ruas de características essencialmente residenciais, para as quais não é previsto o tráfego de ônibus, podendo existir ocasionalmente passagens de caminhões e ônibus em número não superior a 20 por dia, por faixa de tráfego, caracterizado por um número "N" típico de 105 solicitações do eixo simples padrão (80kN) para o período de projeto de 10 anos.

A tabela apresentada a seguir, correlaciona a classificação da via conforme a função predominante e o volume médio diário de veículos estimado da faixa mais carregada com o número N característico – parâmetro que será utilizado no dimensionamento do pavimento. Com essas estimativas tem-se uma projeção do tráfego a ser gerado ao longo da vida útil de projeto, considerando uma taxa de crescimento de 5% ao ano.



Tabela 19 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego.

FUNÇÃO PREDOMINANTE	TRÁFEGO PREVISTO	VIDA DE PROJETO	VOLUME INICIAL ⁽¹⁾		EQUIVALENTE / VEÍCULO	N	N CARACTERÍSTICO
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO / ÔNIBUS			
Via local	Leve	10	100 a 400	4 a 20	1,50	$2,70 \times 10^4$ a $1,40 \times 10^5$	10^5
Vias locais e coletoras	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,50	$1,40 \times 10^5$ a $6,80 \times 10^5$	$5,00 \times 10^5$
Vias coletoras e estruturais	Meio pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,30	$1,40 \times 10^6$ a $3,10 \times 10^6$	$2,00 \times 10^6$
	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,90	$1,00 \times 10^7$ a $3,30 \times 10^7$	$2,00 \times 10^7$
	Muito pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	5,90	$3,30 \times 10^7$ a $6,70 \times 10^7$	$5,00 \times 10^7$
Faixa exclusiva de ônibus	Médio	12		< 500		$3,00 \times 10^6$ ⁽²⁾	10^7
	Pesado	12		> 500		$5,00 \times 10^7$	$5,00 \times 10^7$
OBSERVAÇÕES:							
⁽¹⁾ Faixa mais carregada							
⁽²⁾ Majorado em função do tráfego (excesso de frenagens e partidas)							

Fonte: Instrução de Projeto 02/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo.

4.4.2.2 ISC PROJETO (SUBLEITO EXISTENTE)

A partir dos Estudos Geotécnicos foi adotado um ISC de projeto para o dimensionamento do pavimento igual a:

$$ISC_{projeto} = 7,10\%$$

4.4.3 MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DO DNER

O Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER foi elaborado originalmente pelo Eng^o Murillo Lopes de Souza em 1961, tendo sofrido ao longo dos anos diversas alterações ou complementações em vários de seus aspectos metodológicos com o objetivo de incorporar os avanços tecnológicos e as informações adquiridas a partir da sua aplicação na prática corrente de engenharia. As principais características dessa nova versão do método estão descritas resumidamente a seguir.

4.4.3.1 CARACTERÍSTICAS DOS INSUMOS COMPONENTES DO PAVIMENTO



A tabela disposta a seguir apresenta os valores limites e recomendações do DNIT relativas às principais características geotécnicas dos materiais a serem empregados nas camadas do pavimento.

Tabela 20 – Parâmetros limites dos materiais componentes das camadas do pavimento.

CAMADA	ISC	EXPANSÃO	IG	LL	IP	FAIXA GRANULOMÉTRICA
Base	$\geq 60\%$ ⁽¹⁾ $\geq 80\%$ ⁽²⁾	$\leq 0,5\%$	0	$\leq 25\%$ ou EA $> 30\%$	$\leq 6\%$ ou EA $> 30\%$	A, B, C ou D ⁽¹⁾ ou ⁽²⁾ E ou F ⁽¹⁾
Sub-base	$\geq 20\%$	$\leq 1,0\%$	0	-	-	-
Reforço do Subleito	$\geq \text{ISC}_{\text{SL}}$	$\leq 1,0\%$	$\leq \text{IG}_{\text{SL}}$	-	-	-
Subleito	$\geq 2,0\%$	$\leq 2,0\%$	-	-	-	-
OBSERVAÇÕES: ⁽¹⁾ Número $N \leq 5 \times 10^6$ ⁽²⁾ Número $N > 5 \times 10^6$ Os materiais lateríticos deverão ser objeto de especificações particulares.						

4.4.3.2 COEFICIENTES DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL

Os coeficientes de equivalência estrutural correlacionam empiricamente a resistência dos materiais empregados no pavimento com a de um material granular tomado como padrão de referência ($K = 1,0$). Os coeficientes de equivalência estrutural recomendados pelo método são os indicados na tabela a seguir, e foram adaptados originalmente pelo DNER com base nos valores adotados pelos americanos a partir dos dados obtidos na pista experimental da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

Tabela 21 – Coeficientes de equivalência estrutural.

COMPONENTES DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,0
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,7
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,4
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,2
Camadas granulares	1,0
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,7
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,4
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,2

Fonte: DNIT (2006)



As nomenclaturas adotadas pelo método para os coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento são as seguintes:

- Revestimento : K_R
- Base : K_B
- Sub-base : K_{SB}
- Reforço do Subleito : K_{REF}

4.4.3.3 ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO

A espessura da camada superficial do pavimento (revestimento) é definida de acordo com o número N (Tráfego). Somente com a definição da espessura do revestimento é possível determinar as espessuras das demais camadas da estrutura (base, sub-base e reforço do subleito). A tabela disposta a seguir apresenta as espessuras de revestimento recomendadas pelo DNIT em função do número N.

Tabela 22 – Espessura mínima de revestimento betuminoso.

NÚMERO N	ESPESSURA MÍNIMA DE REVESTIMENTO BETUMINOSO
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos.
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura.
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura.
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura.
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura.

Fonte: DNIT (2006).

4.4.3.4 ESPESSURA TOTAL DO PAVIMENTO

A figura apresentada a seguir fornece a espessura de material granular padrão ($K=1,0$) necessária à proteção do material considerado contra a deformação permanente. A leitura do ábaco é realizada através do encontro do Número N com o $ISC_{projeto}$.

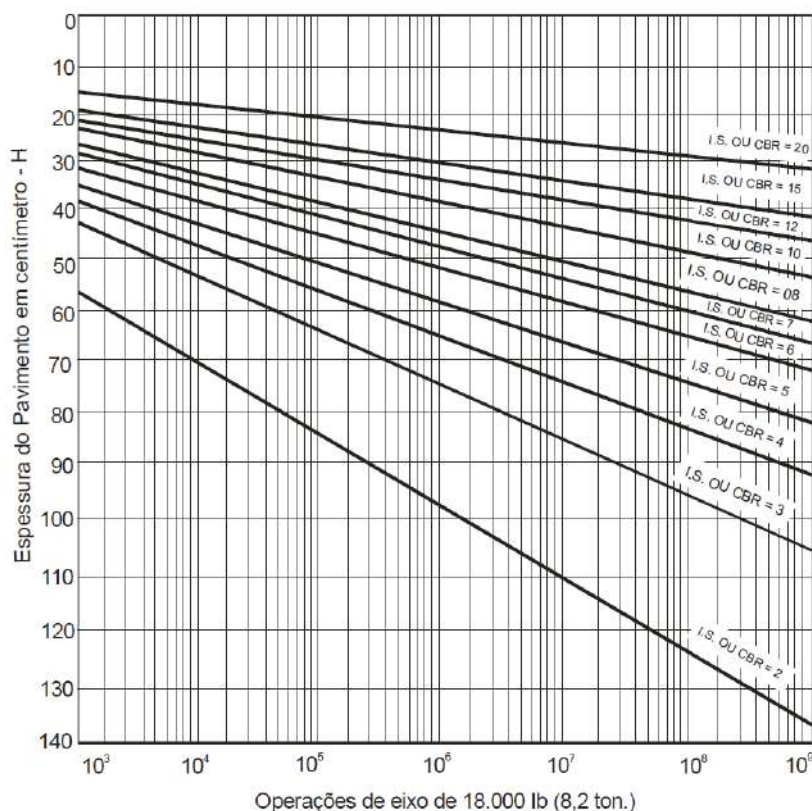


Figura 14 – Ábaco de determinação da espessura do pavimento.

Fonte: DNIT (2006)

Admite-se também, para a determinação espessura total do pavimento considerando o emprego de material padrão ($k=1,0$), a utilização da fórmula a seguir:

$$H_t = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

Onde:

- H_t = Espessura total do pavimento considerando o emprego de material padrão (cm);
- N = Número cumulativo de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2t para o período de projeto (10 anos);
- ISC = $ISC_{projeto}$ definido nos Estudos Geotécnicos.



4.4.3.5 INEQUAÇÕES DE DIMENSIONAMENTO

Determinada a espessura do revestimento (R) por meio da Tabela 22, as demais camadas do pavimento são dimensionadas através das inequações a seguir:

- Espessura da camada de base (B):

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

- Espessura da camada de sub-base (SB):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$$

- Espessura da camada de reforço do subleito (REF):

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$$

Onde:

- R = Espessura do revestimento (cm);
- K_R = Coeficiente de equivalência estrutural do revestimento (adimensional);
- B = Espessura da base (cm);
- K_B = Coeficiente de equivalência estrutural da base (adimensional);
- SB = Espessura da sub-base (cm);
- K_{SB} = Coeficiente de equivalência estrutural da sub-base (adimensional);
- REF = Espessura do reforço do subleito (cm);
- K_{REF} = Coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito (adimensional);
- K_{20} = Espessura de material granular padrão necessária à proteção da sub-base (cm);
- H_n = Espessura de material granular padrão necessária à proteção do reforço do subleito (cm);
- H_m = Espessura de material granular padrão necessária à proteção do subleito (cm).

Os parâmetros utilizados no dimensionamento do pavimento estão representados na figura a seguir.

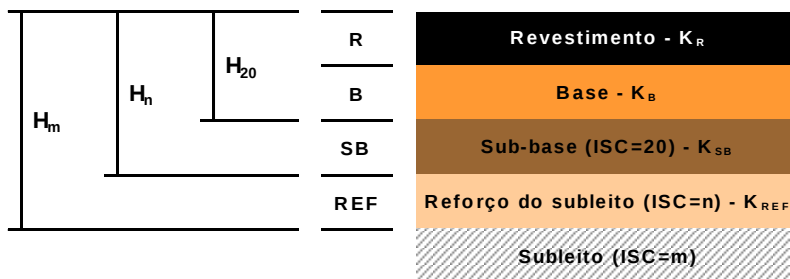


Figura 15 – Esquema gráfico da estrutura do pavimento.

Fonte: DNIT (2006).

Conforme orientação do Manual de Pavimentação do DNIT, para fins de dimensionamento, o ISC da sub-base deve ser considerado sempre igual a 20%, mesmo que os resultados dos ensaios laboratoriais do material indicado para essa camada apresentem valor de ISC superior.

4.4.3.6 DIMENSIONAMENTO/VERIFICAÇÃO DA ESTRUTURA EXISTENTE

O dimensionamento/verificação da estrutura de pavimento existente foi calculado através do Método do DNER, tendo em vista os parâmetros de Tráfego e Geotecnia (número N e $ISC_{projeto}$, respectivamente).

RUA ANTÔNIO LEMOS - ALEGRE/ES
Características do subleito

ISC de projeto m = 7,0

Características do reforço do subleito

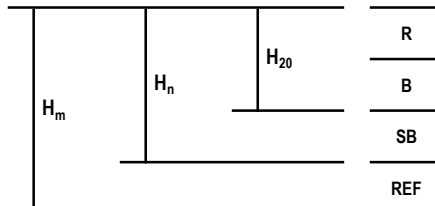
ISC n = -

Características dos materiais empregados no pavimento

Camadas do pavimento	Coefficiente de equivalência estrutural	ISC (%)
Revestimento	$K_R = 2,00$	-
Base	$K_B = 1,00$	> 60
Sub-base	$K_{SB} = 1,00$	20
Reforço do subleito	$K_{REF} = 0,71$	-

Parâmetros atuantes no pavimento

 Número equivalente de solicitações do eixo-padrão (USACE) $N_{USACE} = 1,00E+05$
Espessuras equivalentes

	Revestimento - K_R	$H_{20} = 23,00$ $H_n = 0,00$ $H_m = 42,00$
	Base - K_B	
	Sub-base (ISC=20) - K_{SB}	
	Reforço do subleito (ISC=n) - K_{REF}	
	Subleito (ISC=m)	

Cálculo das espessuras
Revestimento (tabelado)

R =	CBUQ	cm	(calculado)
R =	4,00	cm	(adotado)

Base ($R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$)

B =	15,00	cm	(calculado)
B =	15,00	cm	(adotado)

Sub-base ($R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n$)

SB =	19,00	cm	(calculado)
SB =	19,00	cm	(adotado)

Reforço ($R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + REF \times K_{REF} \geq H_m$)

REF =	0,00	cm	(calculado)
REF =	0,00	cm	(adotado)

**RESUMO
ESPESURAS DAS CAMADAS DA ESTRUTURA**

REVESTIMENTO	4,00	cm
BASE	15,00	cm
SUB-BASE	19,00	cm
REFORÇO DO SUBLEITO	0,00	cm
TOTAL	38,00	cm



4.4.4 CONSTITUIÇÃO FINAL DAS CAMADAS DE PAVIMENTO

- Revestimento (capa) em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) faixa “C” com a utilização de CAP 50/70 à taxa de aplicação de 0,055 t/t (5,5%), com espessura de 4 cm, atendendo a especificação DNIT 031/2006-ES;
- Pintura de ligação com a utilização de emulsão asfáltica do tipo RR-1C à taxa de aplicação de 0,4 ℓ/m², atendendo a especificação DNIT 145/2010-ES;
- Imprimação com a utilização de emulsão asfáltica para imprimação (EAI) à taxa de aplicação de 1,2 ℓ/m², atendendo a especificação DNIT-144/2010-ES;
- Base em brita graduada simples estabilizada granulometricamente, com espessura de 15 cm e energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado (55 golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 141/2010-ES;
- Sub-base em brita graduada simples estabilizada granulometricamente, com espessura de 19 cm e energia de compactação correspondente ao Proctor intermediário (26 Golpes), execução atendendo a especificação de serviço DNIT 139/2010-ES.
- Regularização do subleito com energia de compactação correspondente a 100% do Proctor Intermediário (26 Golpes) e espessuras de 20 cm

Passeios

- Acabamento em ladrilho hidráulico podotátil com largura de 40 cm;
- Concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, com espessura de 6 cm;
- Lastro de brita compactado com soquete vibratório com espessura de 10 cm.

4.4.5 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução** o Projeto de Pavimentação em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



4.5 PROJETO DE INTERFERÊNCIAS URBANAS

4.5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para o Projeto de Interferências Urbanas foram levantados os elementos que podem de alguma forma interferir com a execução da obra, contidas entre as linhas de *off-set* e/ou dentro da faixa de domínio da via.

O Projeto será apresentado em planta baixa, identificando os itens abaixo:

- Rede de drenagem existente;
- Rede de esgoto existente;
- Rede de esgoto a realocar/religar.

4.5.2 APRESENTAÇÃO

O **Projeto de Interferências Urbanas**, em formato A3 e/ou A1 (ABNT), está apresentado no **Volume 2 – Projeto de Execução**.



4.6 PROJETO DE SINALIZAÇÃO

4.6.1 GENERALIDADES

O Projeto de Sinalização foi elaborado segundo a Engenharia de Tráfego, objetivando basicamente: regulamentar o uso da Via, advertir o usuário sobre a ocorrência e natureza de situações potencialmente perigosas e informar eficientemente.

4.6.2 DESCRIÇÃO, CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E MATERIAIS

O projeto abrange a sinalização vertical e horizontal das vias. A segurança do usuário será obtida através do correto posicionamento e padronização de formas, cores, símbolos e dimensões, de modo a proporcionar identificação imediata e legibilidade fácil, considerada a velocidade diretriz na fixação dos padrões e dimensões.

A percepção da sinalização, à noite, em condições adversas de clima, é assegurada através de conveniente refletorização.

4.6.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL

É um subsistema de sinalização viária, que se utiliza de placas, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, diante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas.

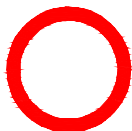
As placas, classificadas de acordo com as suas funções, são agrupadas em um dos seguintes tipos de sinalização vertical:

- Sinalização de Regulamentação;
- Sinalização de Advertência;
- Sinalização de Indicação.
- Sinalização De Regulamentação

Tem por finalidade informar aos usuários das condições, proibições, obrigações ou restrições no uso das vias. Suas mensagens são imperativas e seu desrespeito constitui infração.

4.6.3.1 FORMA E CORES

A forma padrão do sinal de regulamentação é a circular, nas seguintes cores:



OBRIGAÇÃO

PROIBIÇÃO

Lado - 0,250m

Fundo - Branco

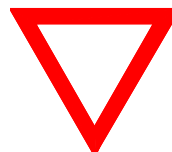
Tarja - Vermelha

Orla - Vermelha

Símbolo - Preto

Letras - Pretas

Constituem exceção quanto à forma, os sinais “Parada Obrigatória” – R-1 e “Dê a Preferência” – R-2, com as seguintes características:



R-1

R-2

Fundo - Vermelho

Fundo - Branco

Letras - Brancas

Orla - Vermelho

Orla Interna - Branca

Orla Externa - Vermelha

4.6.3.2 DIMENSÕES

SINAIS DE FORMA CIRCULAR

VIAS URBANAS DE TRÂNSITO RÁPIDO



Diâmetro - 0,750m
Tarja - 0,075m
Orla - 0,075m

VIA URBANA

Diâmetro - 0,500m
Tarja - 0,050m
Orla - 0,050m

VIA RURAL ESTRADA

Diâmetro - 0,750m
Tarja - 0,075m
Orla - 0,075m

VIA RURAL RODOVIA

Diâmetro - 1,00m
Tarja - 0,100m
Orla - 0,100m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL URBANA – R-1

Lado - 0,350m
Orla Interna Branca - 0,028m
Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL ESTRADA – R-1

Lado - 0,350m
Orla Interna Branca - 0,028m
Orla Externa Vermelha m - 0,014m

SINAIS DE FORMA OCTOGONAL RURAL RODOVIA – R-1

Lado - 0,500m
Orla Interna Branca - 0,040m
Orla Externa Vermelha m - 0,020m



SINAL DE FORMA TRIANGULAR URBANA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 0,900m

Orla - 0,150m

SINAL DE FORMA TRIANGULAR RURAL ESTRADA – R-2

Lado - 1,00m

Orla - 0,20m

4.6.3.3 SINALIZAÇÃO DE ADVERTÊNCIA

Tem por finalidade alertar aos usuários da via para condições potencialmente perigosas, indicando sua natureza. Suas mensagens possuem caráter de recomendação.

Forma Cores

A forma padrão do sinal de advertência é quadrada, devendo uma das diagonais ficar na posição vertical, nas seguintes cores:

Fundo - Amarelo



Orla Interna - Preta

Orla Externa - Amarela

Símbolo e/ou Legenda – Pretos

4.6.3.3.1 Dimensões

SINAIS DE FORMA QUADRADA



VIA URBANA

Lado	- 0,450m
Orla Externa	- 0,009m
Orla Interna	- 0,018m

VIA RURAL ESTRADA

Lado	- 0,500m
Orla Externa	- 0,010m
Orla Interna	- 0,020m

VIA RURAL RODOVIA

Lado	- 0,600m
Orla Externa	- 0,012m
Orla Interna	- 0,024m

4.6.3.4 SINALIZAÇÃO DE INDICAÇÃO

Tem por finalidade identificar as vias, os destinos e os locais de interesse, bem como orientar condutores de veículos quanto aos percursos, os destinos, as distâncias e os serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. Suas mensagens possuem um caráter meramente informativo ou educativo, não constituindo imposição.

4.6.3.5 PLACAS DE LOCALIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE DESTINO

Posicionam o condutor ao longo do seu deslocamento, ou com relação a distâncias ou ainda aos locais de destino.

4.6.3.6 PLACAS DE ORIENTAÇÃO DE DESTINO

Indicam ao condutor a direção que o mesmo deverá seguir para atingir determinados lugares, orientando seu percurso e distâncias.

4.6.3.7 PLACAS INDICATIVAS DE SENTIDO (DIREÇÃO)



CORES

Fundo	- Verde
Orlas Internas	- Brancas
Orla Externa	- Verde
Legenda	- Branca
Símbolos	- Rodovia Nacional (BR 101/262)

FORMAS E DIMENSÕES MÍNIMAS:

Largura	- 1.000m
Altura	- 0,400m
Altura da Letra	- 0,150m
Orla Interna e Tarja	- 0,020m
Orla Externa	- 0,010m

4.6.4 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

É um subsistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias.

Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.

4.6.4.1 CARACTERÍSTICAS

Diferentemente dos sinais verticais, a sinalização horizontal mantém alguns padrões cuja mescla e a forma de coloração na via definem os diversos tipos de sinais.

4.6.4.2 PADRÃO DE TRAÇADO

Seu padrão de traçado pode ser:

CONTÍNUA: são as linhas sem interrupção pelo trecho da via onde estão demarcando; podem estar longitudinalmente ou transversalmente apostas à via.

TRACEJADA OU SECCIONADA: são linhas seccionadas com espaçamentos de



extensão igual ou maior que o traço.

SÍMBOLOS E LEGENDAS: são informações escritas ou desenhadas no pavimento indicando uma situação ou complementando sinalização vertical existente.

4.6.4.3 CORES

A sinalização horizontal utilizada apresenta três cores:

AMARELA: para a regulação de fluxos de sentidos opostos;

VERMELHA: utilizada na regulação do espaço destinado ao deslocamento de bicicletas leves (ciclovias);

BRANCA: para a regulação de fluxos de mesmo sentido e na marcação de faixas de travessias de pedestres; na pintura de símbolos e legendas.

4.6.4.4 CLASSIFICAÇÃO

A sinalização horizontal é classificada em:

- Marcas longitudinais;
- Marcas transversais;
- Marcas de canalização;
- Inscrições no pavimento.

4.6.4.5 MARCAS LONGITUDINAIS

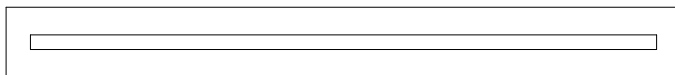
Separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas, a divisão de fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem.

De acordo com a sua função as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

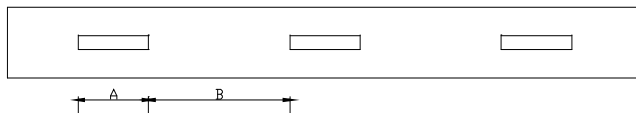
LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS

(cor amarela)

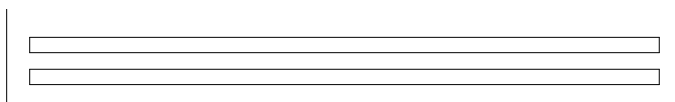
SIMPLES CONTÍNUA



SIMPLES SECCIONADA



DUPLA CONTÍNUA



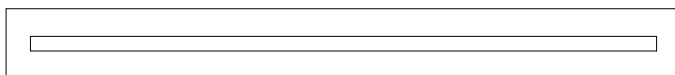
Largura das linhas: 0,120m

Distância entre as linhas: 0,120m

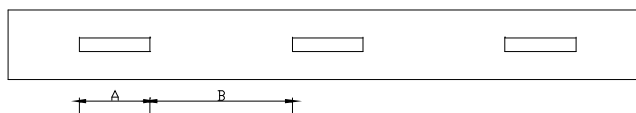
Relação entre A e B: 1:2

LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS DE MESMO SENTIDO

(cor branca)



Largura da Linha: 0,120m



Relação entre A e B: 1:1

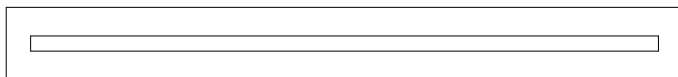
Dimensões: A = 4,000m

B = 4,000m

LINHAS DE BORDO

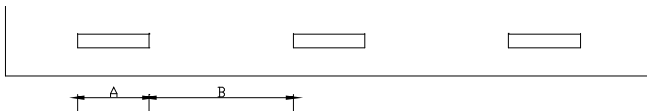
(cor branca, exceto em vias com canteiro central muito estreito quando então são amarelas separando fluxos opostos)

CONTÍNUA



Largura da Linha: 0,120m

SECCIONADA



Relação entre A e B. 1:2

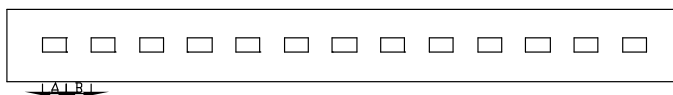
Dimensões: A = 4,000m

B = 4,000m

LINHA DE CONTINUIDADE

(cor branca quando dá continuidade a linhas brancas; cor amarela quando dá continuidade a linhas amarelas)

TRACEJADA



Largura da Linha: 0,120m

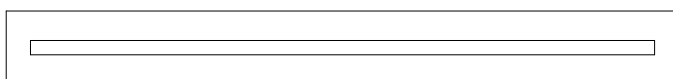
Relação entre A e B = 1:1

4.6.4.6 MARCAS TRANSVERSAIS

Ordenam os deslocamentos frontais dos veículos e os harmonizam com os deslocamentos de outros veículos e dos pedestres, ou seja, adverte os condutores relativamente sobre a necessidade de reduzir a velocidade e indica a posição de parada, de modo a garantir sua própria segurança e a dos demais usuários da via. De acordo com a sua função, as marcas longitudinais são subdivididas nos seguintes tipos:

LINHAS DE RETENÇÃO

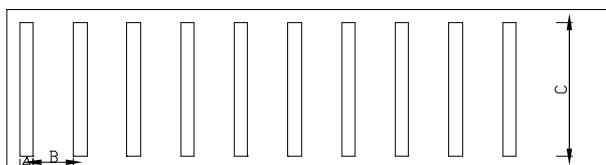
(cor branca)





Largura da Linha: 0,400m

FAIXAS DE TRAVESSIA DE PEDESTRES (cor branca)



Largura da Linha A: 0,400m

Distância entre as linhas B: 0,400

Largura da Faixa C : 4,000m

4.6.5 APRESENTAÇÃO

Apresenta-se no **Volume 02 – Projeto de Execução**, o Projeto de Sinalização (Planta e Projetos-tipo) em formato A1 e/ou A3 (ABNT).



5 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇO

As Especificações de Serviços listadas abaixo, preconizadas pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR/DNIT), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e demais elementos da literatura técnica, devem ser estritamente consideradas durante a execução das obras.

5.1.1 ESPECIFICAÇÕES DE TERRAPLENAGEM

5.1.1.1 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS PRELIMINARES DE TERRAPLENAGEM (DNIT 104/2009-ES)

Conforme DNIT 104/2009-ES, a execução dos serviços preliminares de terraplenagem, de forma geral, consiste na instalação de canteiro de obras e eventual remoção de elementos como: vegetações, blocos de rocha, linhas de transmissão de energia elétrica e telefônicas, cercas, construções e demais elementos que venham interferir no desenvolvimento da execução do projeto.

Os serviços devem ser desenvolvidos conforme as indicações de projeto, especialmente no que se refere à destinação do material removido.

Deve ser feito o controle qualitativo de forma visual, avaliando se a área superficial tratada se encontra efetivamente isenta da camada vegetal e/ou de outros elementos suscetíveis de impedir ou prejudicar o pleno desenvolvimento e a qualidade dos serviços de terraplenagem

É importante ressaltar que antes do início de serviços de corte e aterro deve-se ter os serviços preliminares já executados.

5.1.1.2 TERRAPLENAGEM – CORTES (DNIT 106/2009-ES)

A execução dos cortes deve seguir os elementos técnicos fornecidos ao executante e constantes da nota de serviço elaborada a partir do projeto de engenharia e apresentada no capítulo 4.2 deste documento.

A escavação deverá ser executada por trator de esteiras e, caso necessário, complementado por serviço manual.

Tendo em vista que não será utilizado 100% do material escavado para



reaproveitamento, deve-se verificar as camadas e assegurar que as de má qualidade sejam retiradas e transportadas para o bota-fora, de modo a não causar impacto na vida útil do pavimento.

Durante as escavações deve-se tomar cuidado para que os taludes apresentem a devida inclinação conforme indicada em projeto. Essa inclinação deve ser acompanhada e controlada mediante utilização de gabarito apropriado e, eventualmente, efetuar as correções.

Deve ser verificado, para cada corte escavado, se:

- Sua execução foi autorizada pela Fiscalização;
- O avanço dos serviços acontece sem prejuízo no desenvolvimento do serviço de acabamento dos cortes já executados
- O ritmo do desenvolvimento dos serviços de corte são conciliáveis as atividades pertinentes e com o plano de utilização dos materiais

5.1.1.3 TERRAPLENAGEM – ATERROS (DNIT 108/2009-ES)

Para a execução dos aterros foi prevista a utilização de motoniveladora para espalhar e nivelar o material utilizado na execução do serviço, caminhão pipa para transporte de água para umidificar o material a ser compactado e rolo compactador vibratório pé de carneiro com largura de trabalho de 1,68 m.

A execução do aterro para a Rua Antônio Lemos Barbosa, no município de Alegre/ES, consiste no lançamento das camadas sucessivas com espessura máxima de 0,20 m em toda largura da seção projetada e para extensão ao qual permita seu umedecimento e compactação de acordo com o desenvolvimento dos serviços. As camadas devem ser compactadas a 100% de Proctor Normal. Os trechos que não atingirem o grau de compactação adequado devem ser escarificados, homogeneizados, levados a umidade adequada e novamente compactados.

O controle de execução deverá acontecer na execução de cada segmento de aterro. A princípio, verificar se a execução dos serviços foi formalmente autorizada pela fiscalização.

O controle de compactação deverá ser realizado a partir do ensaio de massa específica seca “in situ” com, pelo menos, 5 amostragens em locais aleatórios e



distribuídos regularmente na extensão da rua, a fim de garantir que o Grau de compactação atinja o estabelecido na norma DNIT 108/2009-ES.

5.1.1.4 ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA

Escavação mecanizada com a utilização de retroescavadeira ou escavadeira hidráulica do material constituinte do terreno natural até o greide de terraplenagem projetado.

5.1.1.5 EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE ATERRO

Os serviços de execução e compactação de aterro deverão ser executados mecanicamente. O espalhamento e nivelamento do material é realizado por meio de uma motoniveladora até atingir a espessura definida em projeto. O material é umedecido através de caminhão pipa. Em seguida executa-se a compactação da camada com a utilização de rolo compactador. O material de aterro pode ser proveniente do reaproveitamento de corte ou de aquisição de jazida, desde que apresente os parâmetros de qualidade previstos em projeto.

5.1.1.6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE TERRAPLENAGEM

- DNIT 104/2009-ES - Serviços Preliminares;
- DNIT 106/2009-ES - Cortes;
- DNIT 107/2009-ES - Empréstimos;
- DNIT 108/2009-ES - Aterros.

5.1.2 ESPECIFICAÇÕES DE DRENAGEM

5.1.2.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL DE 1º CATEGORIA

Escavação do material constituinte do terreno natural até a profundidade para assentamento do tubo com a utilização de retroescavadeira, devendo ser respeitadas as cotas e declividades definidas em projeto.



5.1.2.2 REATERRO MECANIZADO DE VALA

Consiste no reaterro das valas onde foram instaladas as tubulações. O reaterro será executado com material proveniente da escavação mecânica de vala. O lançamento do material é realizado com restroescavadeira, seguido de compactação com soquete.

5.1.2.3 EXECUÇÃO DE POÇO DE VISITA

Os poços de visita serão executados em concreto, fôrma e armação em aço CA-60, conforme detalhamento apresentado no Projeto de Drenagem. O concreto deverá apresentar $f_{ck}=20\text{MPa}$, confeccionado em betoneira e lançado manualmente.

5.1.2.4 EXECUÇÃO DE CHAMINÉ DOS POÇOS DE VISITA

Sobre a laje dos poços de visita será instalada a chaminé de alvenaria de blocos de concreto, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:3, incluindo tampão de ferro fundido articulado DN 600 classe 400, conforme detalhamento apresentado no Projeto de Drenagem.

5.1.2.5 EXECUÇÃO DE CAIXA RALO

As caixas ralo serão executadas em alvenaria de blocos de concreto, rejuntados com argamassa de cimento e areia no traço 1:4, incluindo grelha articulada e caixilho em ferro fundido, conforme detalhamento apresentado no Projeto de Drenagem.

5.1.2.6 EXECUÇÃO DE MEIO-FIO E GUIAS

Foram previstas para a Rua Antônio Lemos Barbosa, a execução de meio-fios e guias em trechos retos e curvos, confeccionadas em concreto pré-fabricado com dimensões 100x15x13x30cm, assentadas sobre areia média de forma justapostas e acabadas com argamassa traço 1:3 conferindo a continuidade das peças.

O método de execução deverá iniciar com o alinhamento e demarcação das cotas com o uso de estacas e linhas, a partir disso os profissionais devem iniciar escavação do bordo demarcado, regularizar o solo e colocar a areia de assentamento. Após isso,



assentar as guias pré-fabricadas e rejuntá-las com argamassa.

5.1.2.7 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE DRENAGEM

As Especificações de Serviços listadas abaixo devem ser estritamente consideradas durante a execução das obras.

- DNIT 026/2004-ES - Caixas coletoras;
- DNIT 020/2006-ES - Meio-fios e guias;
- DNIT 027/2004-ES - Demolição de dispositivos de concreto.

5.1.3 ESPECIFICAÇÕES DE PAVIMENTAÇÃO

5.1.3.1 REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUBLEITO

Consiste nas atividades necessárias à obtenção de um leito “conformado” para receber a estrutura do pavimento, devendo ser executada na área a ser pavimentada. O serviço de regularização envolve a compactação dos 20cm finais da camada de corte ou aterro com energia de compactação correspondente a 100% do Proctor Intermediário. A regularização do subleito consiste basicamente das seguintes operações:

- Escarificação e Espalhamento dos Materiais;
- Homogeneização dos Materiais Secos;
- Umedecimento (ou Aeração) e Homogeneização da Umidade;
- Compactação;
- Acabamento.

5.1.3.2 BASE DE BRITA GRADUADA

Os serviços para execução de base de brita graduada deverão ser iniciados somente após a regularização do subleito. Os serviços de implantação da camada de base deverão ser executados mecanicamente, com os seguintes equipamentos: caminhão



tanque, distribuidor de agregados, rolo compactador de pneus autopropelido e rolo compactador vibratório autopropelido.

O agregado deverá estar isento de matéria vegetal e outras substâncias nocivas e sua composição deverá se enquadrar em uma das faixas granulométricas especificadas pelo DNIT. O grau de compactação mínimo para a camada de base será de 100% da energia de compactação correspondente ao Proctor Modificado.

A execução da camada de base de brita graduado consiste basicamente das seguintes operações:

- Fornecimento;
- Transporte;
- Mistura;
- Espalhamento;
- Compactação.
-

5.1.3.3 IMPRIMAÇÃO

A imprimação consiste na aplicação de camada de material asfáltico sobre a superfície da base concluída, antes da execução de um revestimento asfáltico qualquer, objetivando conferir coesão superficial, impermeabilização e permitir condições de aderência entre esta e o revestimento a ser executado.

5.1.3.4 PINTURA DE LIGAÇÃO

A pintura de ligação consiste na aplicação de ligante asfáltico sobre a superfície de base ou revestimento asfáltico anterior à execução de uma camada asfáltica qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as mesmas.

5.1.3.5 CONCRETO ASFÁLTICO

O concreto asfáltico consiste em uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filler) e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente.



O DNIT normalizou, por meio de suas especificações de serviço, três tipos de concreto asfáltico, a saber:

- Concreto asfáltico com ligante convencional (Especificação de Serviço DNIT nº 031/2006);
- Concreto asfáltico com asfalto polímero (Especificação de Serviço DNER nº 385/99);
- Concreto asfalto com asfalto-borracha (Especificação de Serviço DNIT nº 112/2009).

5.1.3.6 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

- ES 141/2010 - Base de solo estabilizado granulometricamente;
- ES 137/2010 - Regularização do Subleito;
- Manual Pavimentação Rodoviária.

5.1.4 ESPECIFICAÇÕES DE SINALIZAÇÃO

5.1.4.1 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL

A sinalização rodoviária horizontal refere-se às marcas, símbolos, legendas e tachas aplicados na superfície da pista de uma rodovia, seguindo um projeto específico. Essa sinalização tem como objetivo proporcionar condições seguras e confortáveis para os usuários da rodovia.

Segundo o Projeto de Sinalização, apresentado no Volume 02 – Projeto de Execução, foram previstas para a Rua Antônio Lemos Barbosa as seguintes marcações:

- Marcação de Faixa de Travessia de Pedestre (FTP);
- Linha de Retenção (LRE);
- Linha simples contínua (LFO-01);
- Linha simples seccionada (LFO-02);



A fase de execução da sinalização horizontal engloba as etapas de limpeza do pavimento, pré-marcação e pintura. A limpeza deverá ser executada de modo a eliminar qualquer tipo de material que possa prejudicar a aderência do produto aplicado no pavimento. A pré-marcação deverá seguir as cotas do projeto e o alinhamento dos pontos locados. A locação deverá ser feita com base no projeto da sinalização (SIN-01). Para execução da sinalização definitiva em pavimentos novos a aplicação deverá ser feita após um período de cura. A pintura consiste na aplicação do material por equipamentos adequados e em conformidade com o alinhamento fornecido pela pré-marcação e pelo projeto de sinalização.

5.1.4.2 SINALIZAÇÃO VERTICAL

A sinalização rodoviária vertical é constituída por placas e painéis montados sobre suportes, na posição vertical, implantados ao lado ou sobre a rodovia, por meio dos quais são fornecidas mensagens de caráter permanente e, eventualmente temporário, através de legendas e símbolos legalmente instituídos, com propósito de regulamentar, advertir e indicar o uso das vias para condutores de veículos e pedestres da forma mais segura e eficiente.

Segundo o Projeto de Sinalização, apresentado no Volume 02 – Projeto de Execução, foram previstas para a Rua Antônio Lemos Barbosa as seguintes placas:

- Placa R-1 (“Parada obrigatória”);
- Placa R-6C (“Proibido parar e estacionar”);
- Placa R-19 (“Velocidade máxima permitida”);
- Placa A-32B (“Passagem sinalizada de pedestres”).;
- Placa A-2A/B (“Curva a esquerda/direita”);
- Placa A-45 (“Rua sem saída”)

Considerando o disposto no Código de Trânsito Brasileiro, que exige sinais com perfeita visibilidade e legibilidade durante o dia e à noite, todos os sinais devem ser confeccionados com material refletivo.



Inicialmente deverá ser feito o levantamento da área para verificação das condições do local de implantação das placas. Posteriormente deverá ser realizada uma limpeza no local de forma a garantir a visibilidade do sinal a ser implantado. Após a limpeza deverá ser realizada a marcação da localização dos dispositivos e a distribuição das placas nos pontos, de acordo com o projeto de sinalização (SIN-01). Qualquer interferência do projeto de sinalização com a rede de distribuição de concessionária deve ser imediatamente comunicada à Fiscalização.

5.1.4.3 ESPECIFICAÇÕES DE SERVIÇOS DE SINALIZAÇÃO

- ES 100/2009 - Sinalização horizontal;
- ES 101/2009 - Sinalização vertical.



6 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A seguir será apresentada a anotação de responsabilidade técnica dos projetos.



1. Responsável Técnico

THIAGO GOMES BONOMO

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL, ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO - CIVIL**

RNP: 0807119334

Registro: ES-018427/D

Empresa contratada: AVANTEC ENGENHARIA LTDA

Registro: 9950



2. Dados do Contrato

Contratante: **MUNICIPIO DE ALEGRE**

CPF/CNPJ: 27174101000135

Rua: PRAÇA GETÚLIO VARGAS

Nº: 01

Complemento:

CEP: 29500000

Cidade: ALEGRE

UF: ES

Bairro: CENTRO

Telefone:

Contrato: 027/2022

Nº do Aditivo: 0

Valor do Contrato/Honorários: R\$1,00

Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA

Nº: S/N

Complemento:

Bairro: SAO MANOEL

Quadra Lote

Cidade: ALEGRE

UF: ES

CEP: 29500000

Data de início: 17/02/2022

Prev. Término: 18/02/2025

Coord. Geogr.: ,

Proprietário: MUNICIPIO DE ALEGRE

CPF/CNPJ: 27174101000135

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0

Nº Pavimento(s): 0

Dimensão/Quantidade: 476,9

Unidade de medida: M

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 35 - 5.1 - ELABORAÇÃO DE PROJETO

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1102 - RODOVIAS, 9111 - SERVIÇOS AFINS E CORRELATOS (ESPECIFICAR NO CAMPO 22)

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 199 - OUTRAS OBRAS/SERVIÇOS, 301 - RODOVIAS, 305 - ARRUAMENTO, 309 - PAVIMENTAÇÃO

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 9 - ESTUDO GEOTÉCNICO, 14 - PROJETO TERRAPLE, DRENAGEM / PAVIMENTAÇÃO, 17 - PROJETO DE SINAL VERTICAL, HORIZONTAL, 10 - ESTUDO TOPOGRÁFICO, 18 - OUTROS PROJETOS/SERVIÇOS

Após a conclusão das atividades técnicas, o profissional deverá proceder a baixa desta ART.

5. Observações

PROJETO DE DRENAGEM E PAVIMENTAÇÃO DA RUA ANTÔNIO LEMOS BARBOSA, NO BAIRRO SÃO MANOEL, CONFORME CONTRATO 027/2022, FIRMADO COM O MUNICIPIO DE ALEGRE.

6. Declarações

Profissional

Contratante

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima.

Local de Data

THIAGO GOMES BONOMO - CPF: 05772065750

MUNICIPIO DE ALEGRE - CPF/CNPJ: 27174101000135

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, podendo sua conferência ser realizada no site do CREA.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.creaes.org.br ou www.confrea.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

www.creaes.org.br
tel: (27)3134-0046

creaes@creaes.org.br
art@creaes.org.br





INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 28/05/2025 09:50:05 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por RAPHAEL GAMA MARQUES (DIRETOR TÉCNICO DE PLANEJAMENTO E PROJETOS - DTPP - SEOSU - PMAL)
Valor Legal: CÓPIA SIMPLES | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: <https://e-docs.es.gov.br/d/2025-8MHQT1>